



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BORO, ZINCO E
ESTIOLAMENTO ASSOCIADO A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO POR
ESTAQUIA DE UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*)**

MATHEUS ELYSIO AYRES DE ANDRADE

**AREIA-PB
JULHO DE 2018**

MATHEUS ELYSIO AYRES DE ANDRADE

**TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BORO, ZINCO E
ESTIOLAMENTO ASSOCIADO A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO POR
ESTAQUIA DE UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba, Campus II
como parte das exigências para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rejane Maria Nunes Mendonça

**AREIA-PB
JULHO DE 2018**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A553t Andrade, Matheus Elysio Ayres de.

TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BORO, ZINCO E
ESTIOLAMENTO ASSOCIADO A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO POR
ESTAQUIA DE UMBUGUEIRA (Spondias sp.) / Matheus Elysio Ayres de
Andrade. - Areia, 2018.
80 f. : il.

Orientação: Rejane Maria Nunes Mendonça.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Spondias, ácido indolbutírico, produção de mudas. I. Mendonça, Rejane
Maria Nunes. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

**TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BORO, ZINCO E
ESTIOLAMENTO ASSOCIADO A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO POR
ESTAQUIA DE UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*)**

Por:

MATHEUS ELYSIO AYRES DE ANDRADE

APROVADO EM: 12/07/2019

BANCA EXAMINADORA

Rejane Maria Nunes Mendonça
Rejane Maria Nunes Mendonça, D. Sc.

Orientadora

DFCA/CCA/UFPB

Rafael Ramos de Moraes
Rafael Ramos de Moraes
PPGA/DFCA/CCA/UFPB

Gerciane Cabral da Silva
Gerciane Cabral da Silva
Pesquisadora EMEPA/EECJIC

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais/avós Geralda Aires Dantas e Denílson Batista Gomes, pelo amor incondicional a mim, pelo incentivo, dedicação e exemplo de pessoas guerreiras, que me ajudaram a fazer as melhores escolhas e sempre me guiaram para o caminho da perseverança e acreditar em si mesmo.

DEDICO

*O mundo está nas mãos daqueles que têm a coragem de sonhar e de correr o
risco de viver seus sonhos*

Paulo Coelho

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus pelo dom da vida, pois tudo é possível àquele que crê.

Aos meus Pais/ Avós Geralda Aires Dantas e Denílson Batista Gomes por todo apoio e fortalecimento nos momentos mais difíceis.

Aos companheiros de turma de Agronomia por compartilharmos grandes momentos nesta instituição.

Ao meu irmão e minha mãe Marcos Vinícios Ayres de Medeiros e Deilma Aires Dantas por serem a minha fonte de motivação sempre.

Aos meus tios/irmãos Dinara Aires Dantas e Deilton Aires Batista pelas palavras e incentivos diários para que eu pudesse continuar a trilhar minha jornada na universidade.

Aos meus amigos (as): Marianne, Jardel, Tayron, Flaviano, Maciel, Izaías e tantos outros que não vai caber citar por aqui, por partilharem de todos os momentos e pelas palavras de carinho e incentivo.

A Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de qualificação no curso.

A Professora Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça pela oportunidade que me foi dada, em especial por ter proporcionado essa experiência acadêmica.

A Professora Dr^a Silvanda de Melo Silva pelas oportunidades dadas por 3 anos no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, pela a atenção e incentivo na jornada acadêmica.

Aos mestres Rafael Moraes e Gerciane Cabral por disponibilizarem o tempo e enriquecer o trabalho com as sugestões na correção

Ao amigo e colega de trabalho em especial Rafael Moraes por participar e dispor de tempo durante toda jornada, pelo apoio, incentivo e dedicação.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	14
INTRODUÇÃO GERAL	16
REFERÊNCIAS	19
 CAPÍTULO I	 21
UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DIÂMETROS E CONCENTRAÇÕES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS LENHOSAS DE UMBUGUELEIRA.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS.....	31-33
 CAPÍTULO II.....	 34
TRATAMENTO DA PLANTA MATRIZ COM BORO E DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE UMBUGUELEIRA (Spondias sp.).....	34
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4. CONCLUSÕES.....	46
5. REFERÊNCIAS.....	46 - 49

CAPÍTULO III.....	50
TRATAMENTO DA PLANTA MATRIZ COM ZINCO E DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DA UMBUGUELEIRA (<i>Spondias</i> sp.) POR ESTAQUIA.....	50
1. INTRODUÇÃO.....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4. CONCLUSÕES.....	62
5. REFERÊNCIAS.....	63
CAPÍTULO IV.....	64
ESTACAS ESTIOLADAS ASSOCIADAS A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBUGUELEIRA (<i>Spondias</i> sp.).....	66
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4. CONCLUSÕES.....	73
5. REFERÊNCIAS.....	73 – 76.

LISTAS DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1. Porcentagem de estacas vivas sob diferentes diâmetros.....	27
Figura 2. Porcentagens de estacas com brotações sob diferentes diâmetros.....	28
Figura 3. Estacas não enraizadas e com calo sob diferentes diâmetros.....	28
Figura 4. Comprimento de brotações sob diferentes diâmetros.....	29
Figura 5. Matéria seca das brotações sob diferentes diâmetros.....	30
Figura 6. Número de folhas nas brotações sob diferentes concentrações de AIB, associado a diferentes diâmetros.....	30
Figura 7. Número de brotações sob diferentes concentrações de AIB, associado a diferentes diâmetros.....	31

Capítulo [II](#)

Figura 1. Porcentagens de estacas vivas não enraizadas sem calo, com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.	42
Figura 2. Comprimento de raízes de estacas com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.....	43
Figura 3. Comprimento de brotações (cm) de estacas com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.....	44

Capítulo [III](#)

Figura 1. Porcentagens de estacas vivas tratadas com zinco e sem zinco associado a diferentes doses de hormônios de AIB....	56
Figura 2. Percentagens de estacas com folhas persistentes sob diferentes concentrações de AIB (A), e submetidas a aplicação de zinco (B)..	57
Figura 4. Porcentagens de estacas vivas com calo (%), sob diferentes concentrações de AIB...	59
Figura 5 Porcentagens de estacas vivas sem calo (%), tratadas com zinco e sem zinco associados a diferentes concentrações de AIB... ..	60
Figura 6. Comprimento das brotações (cm), tratadas com zinco e sem zinco associados a diferentes concentrações de AIB. ..	62

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Porcentagens de estacas vivas (VIVAS), estacas brotadas e enraizadas (B&E) e estacas enraizadas (ENRAIZADAS).

..... 41

Tabela 2. Porcentagens de Folhas persistestes (FP), estacas com brotações (BROT), estacas não enraizadas com calo (CCALO) e matéria seca das brotações (MSBrot) e das raízes (MSRaiz).

..... 45

Capítulo III

Tabela 1. Matéria seca das brotações (MS BROT), número de folhas e número de brotações de estacas de umbuguela tratadas com zinco e sem zinco.

..... 58

Capítulo IV

Tabela1 Porcentagens de estacas vivas (VIVAS), estacas com folhas persistentes (FPERS), estacas brotadas e enraizadas (B&E), estacas com brotações (BROT), estacas enraizadas (ENRAIZ) e estacas não enraizadas com calo (CCALO).

..... 72

TRATAMENTO DE PLANTA MATRIZ COM BORO, ZINCO E ESTIOLAMENTO ASSOCIADO A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*)

RESUMO GERAL – A umbugueleira (*Spondias spp.*) tem sido propagada por estaquia, em decorrência de ser um híbrido natural de umbuzeiro com cirigueleira. No entanto, os percentuais de enraizamento não são tão bons quanto a propagação da cirigueleira. Buscando uma alternativa comercial de propagação da espécie, foram conduzidos quatro ensaios em que no primeiro avaliou-se o efeito de diâmetros de estacas associado a aplicação de ácido indolbutírico na propagação de Umbugueleira (*Spondias spp.*); no segundo avaliou o efeito do tratamento da planta matriz com Boro (B), e a aplicação de ácido indolbutírico (AIB) nas estacas herbáceas sobre o enraizamento de umbugueleira; no terceiro foi avaliado o tratamento na planta matriz com Zinco (Zn) associado a diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de umbugueleira e o quarto teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas sob estiolamento da base e aplicação de doses de AIB. Os experimentos foram conduzidos no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situada no município de Areia- PB. O delineamento experimental de todos os ensaios foram inteiramente casualizados, em arranjos fatoriais. Os experimentos com diferentes diâmetros, boro e zinco, respectivamente capítulos um, dois e três foram feitos em arranjo fatorial (2 x 5) sendo os fatores: diferentes diâmetros (0,5-1cm e 1-1,5 cm), como também aplicação de boro e zinco (com boro ou zinco e sem boro ou zinco) e concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹) para o experimento com boro e diferentes diâmetros e (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹) no ensaio com zinco. Sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações em que as estacas foram imersas em solução de AIB por 5 segundos e 12 horas, sob imersão rápida e lenta, nos ensaios com boro e zinco, respectivamente. Com quatro repetições de oito estacas por unidade experimental. No quarto os tratamentos constaram na aplicação de 5 doses de AIB em estacas com estiolamento da base e concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações as estacas imersas em solução de AIB por imersão rápida (2 cm da parte basal, por 5 segundos) com três repetições de oito estacas por unidade

experimental. As variáveis analisadas em todos os ensaios experimentais foram variáveis de sobrevivência e crescimento. No primeiro experimento foi verificado que as estacas com diâmetro de 0,5-1 cm mostraram-se mais viáveis a estaquia, quando comparado às estacas com diâmetro maior, devida ter uma maior concentração de auxinas. A aplicação de Boro para a maioria dos parâmetros avaliados apresentou significância, demonstrando a importância do nutriente para o sucesso do enraizamento. No segundo ensaio verificou-se que o estiolamento da base das estacas não interferiu significativamente sobre o enraizamento.. No terceiro experimento verificou-se que o zinco não se mostrou eficiente de forma a garantir o sucesso na estaquia, não potencializando o enraizamento. No primeiro experimento as concentrações de AIB não influenciaram significativamente a maioria dos parâmetros avaliados, exceto na variável estacas vivas não enraizadas sem calo.

Palavras chave: *Spondias*, *Ácido Indolbutírico*, *Adubação mineral*.

**MATRIX PLANT TREATMENT BORO, ZINC, ETIOLATION AND
ASSOCIATED AIB DOSES FOR THE SPREAD OF CUTTING
UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.)**

GENERAL ABSTRACT - The umbugueleira (*Spondias* spp.) Has been propagated by cutting, as a result of being a natural hybrid of umbuzeiro with ciriguela. However, the rooting percentages are not as good as the spider's propagation. In order to find a commercial alternative of propagation of the species, four trials were conducted in which the first one evaluated the effect of diameters of cuttings associated with the application of indolbutyric acid in the propagation of Umbugueleira (*Spondias* spp.); in the second one, evaluated the effect of the treatment of the matrix plant with Boron (B), and the application of indolebutyric acid (IBA) on the herbaceous cuttings on the rooting of a Brazilian pine tree; In the third one the treatment in the matrix plant with Zinc (Zn) associated with different doses of indolebutyric acid (IBA) on the rooting of a woodworm was evaluated, and the fourth one was evaluated the rooting of herbaceous cuttings under base sowing and application of doses of AIB. The experiments were conducted in the nursery of Fruticultura belonging to the Department of Plant Science and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), located in the city of Areia-PB. The experimental design of all the tests were completely randomized, in factorial arrangements. The experiments with different diameters, boron and zinc, respectively chapters one, two and three were made in factorial arrangement (2 x 5), the factors being: different diameters (0.5-1cm and 1-1.5 cm), as well as (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹) for the experiment with boron and different diameters and (0, 100, 150) of boron and zinc (with boron or zinc and without boron or zinc) , 200, 250 mg L⁻¹) in the zinc assay. The zero for no-tillage and the other concentrations in which the cuttings were immersed in IBA solution for 5 seconds and 12 hours, under rapid and slow immersion in the boron and zinc tests, respectively. With four replicates of eight stakes per experimental unit. In the fourth, the treatments consisted of the application of 5 doses of IBA on cuttings with basal wilt and AIB concentrations (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), zero being no-tillage and the other concentrations stakes immersed in IBA solution by rapid immersion (2 cm from the basal part, for 5 seconds) with three replicates of eight stakes per experimental unit. The variables analyzed in all experimental trials were survival and growth variables. In the first experiment, cuttings with a diameter of 0.5-1 cm were found to be more viable when

compared to cuttings with a larger diameter, due to a higher concentration of auxins. The application of Boron to most of the parameters evaluated presented significance, demonstrating the importance of the nutrient for rooting success. In the second experiment, it was verified that the stamping of the base of the stakes did not interfere significantly on the rooting. In the third experiment it was verified that the zinc was not efficient in order to guarantee the success in the cutting, not potentiating the rooting. In the first experiment, IBA concentrations did not significantly influence most of the evaluated parameters, except in the variable non-rooted live cuttings without callus.

Key words: *Spondias*, *Indolbutyric Acid*, *Mineral fertilization*.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A propagação das plantas representa o caminho para sua perpetuação, através da transferência de seus genes para as gerações futuras. Cada espécie vegetal tem seu próprio mecanismo de propagação, sexual, assexual ou ambos. As *Spondias* cajazeira, cajaraneira, umbuzeiro, cirigueleira, umbu-cajazeira e umbugueleira são fruteiras tropicais em fase de domesticação, das quais as três primeiras podem ser propagadas por meio sexual e assexual enquanto as três últimas, por não possuírem sementes viáveis, propagam-se apenas por via assexual (SOUZA, 1998).

A umbuguela (*Spondias spp.*) pertence à família Anacardiaceae, é uma espécie xerófita, caducifólia, nativa da região semiárida do Nordeste brasileiro, onde se destaca como uma das fruteiras mais importantes da região, em que a espécie apresenta um crescimento rápido e oferece grandes vantagens para os polígonos das secas do Nordeste, pois não tem muita exigência com relação a suprimento hídrico para produzir. Os seus frutos podem ser consumida na forma in natura ou industrializada como doces, sorvete e geleia (SOUZA e COSTA, 2010). A umbugueleira apresenta uma origem ainda controversa. Relatos apontam que a umbuguela teve a origem de uma provável hibridação natural entre o umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Cam.) e a cirigueleira (*S. purpurea* L.), sendo encontrada em todo o Semiárido do Estado da Paraíba, com ocorrência predominante no município de Princesa Isabel (DANTAS et al., 2016). Entretanto, Santos e Oliveira (2008), estudando inter-relações genéticas entre espécies do gênero *Spondias*, sugeriram que a umbuguela pode ser um híbrido entre o umbuzeiro e a cajazeira (*S. mombin*), pois apresenta similaridade molecular em torno de 60%.

A crescente demanda pelo consumo de frutas tropicais sejam elas processadas ou in natura fez com que muitas agroindústrias se instalassem no nordeste brasileiro, existindo uma grande procura no mercado por frutos de boa qualidade. Dessa forma, tem-se observando o interesse produtores rurais e agroindústrias no cultivo dessas espécies de *Spondias*, demonstra o potencial agrosocioeconômico dessas espécies. No entanto, para viabilização dos cultivos há necessidade de serem solucionados problemas tecnológicos que impossibilitam a exploração comercial (LIMA et al., 2002; SOUZA e ARAÚJO, 1999). As frutas nativas estão cada vez mais inseridas no mercado consumidor de frutas, atendendo a novos padrões de consumo associados principalmente ao seu lugar de produção e à possibilidade de consumir algo de aparência e sabor diferentes, e que também portem uma identidade, como o exemplo da

mangaba da praia, o umbu do sertão, o cajá da mata, o umbu-cajá na região Nordeste, camu-camu da Amazônia, e o buriti do cerrado (SANTOS et al., 2013)

Dentro desse contexto a produção de mudas do gênero *Spondias* para a implantação de pomares pode ser feita por via vegetativa: por estaquia ou enxertia. Todavia, os conhecimentos existentes sobre a estaquia são, ainda, insuficientes para a recomendação de técnicas eficazes para um sistema de produção de mudas em escala comercial (ALMEIDA et al., 2017). No entanto, a estaquia vem sendo sugerida por vários autores, porém os resultados variam de acordo com o grande número de fatores internos e externos envolvidos neste processo. Destacam-se, como fatores internos, a condição fisiológica da planta-matriz, a idade da planta, o tipo de estaca, a época do ano para coleta, o potencial genético do enraizamento, a sanidade do material e o balanço hormonal presente no tecido (FACHINELLO et al., 2005).

A estaquia é uma alternativa viável para a produção de mudas de espécies tropicais como a umbugueira, que apresenta sementes de baixo poder germinativo, possibilita a redução do período de juvenilidade da planta, como também a reprodução em maior quantidade de indivíduos e uniformidade entre os indivíduos. Entretanto, as técnicas de estaquia empregadas têm proporcionado baixas percentagens de enraizamento e demora na formação de mudas de *Spondias* (SOUZA & LIMA, 2005).

Os calos podem conter células ou grupos de células que possuem centros ativos de divisão celular. Em condições adequadas, esses centros são induzidos e se capacitam para produção de órgãos; em alguns casos nos quais já são capazes, os centros são apenas estimulados. As células que são capazes de responder a determinados estímulos são denominadas competentes; nelas podem ocorrer a diferenciação celular e a formação de brotos ou raízes (ROCHA & QUOIRIN, 2004).

De acordo com (KOYAMA et al., 2014) alguns fatores, como o tipo de estaca associado a um bom substrato, a condição fisiológica da planta matriz e o balanço hormonal podem interferir no enraizamento das estacas. Entre as substâncias reguladoras do crescimento utilizadas em estaquia, as auxinas são as que apresentam maior efeito positivo na formação de raízes adventícias. O uso de reguladores vegetais do grupo das auxinas pode incrementar a rizogênese por modificação do balanço hormonal dos tecidos, sendo o ácido indolbutírico (AIB) uma auxina sintética fotoestável, de ação localizada e menos sensível à ação biológica. O teor adequado a ser aplicado depende da espécie vegetal e da concentração de fito-hormônios existentes nos tecidos (NICOLOSO et al., 1999).

Dentre os diversos fatores que influenciam o sucesso da produção de mudas por estacas está o estado nutricional tanto das plantas matrizes quanto dos propágulos a serem regenerados em novas plantas, uma vez que o *status* nutricional pode determinar quantidade de carboidratos, auxinas e outros compostos do metabolismo essenciais da planta para a iniciação e desenvolvimento das raízes adventícias (PEREIRA & PERES, 2016). Alguns elementos são muito requeridos nesses processos, o Boro (B) e o Zinco (Zn), por exemplo, a deficiência desses nutrientes provocam vários distúrbios prejudiciais ao desenvolvimento dos tecidos meristemáticos, como morte dos ápices das raízes e tecidos do câmbio (MENGEL & KIRKBY, 1979).

O boro (B) é um micronutriente de suma importância no processo de enraizamento, pois cumpre funções no alongamento celular, é imprescindível no aumento dos primórdios radiculares e futuro crescimento das raízes. É considerado cofator do enraizamento, devido a sua ação no processo rizogênico conjugado com a auxina, facilitando o transporte através das membranas e sua manutenção da integridade e no controle das enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, polifenóis, lignina, auxinas e dos ácidos nucleicos. Adicionalmente, está, juntamente com a auxina, entrelaçado na diferenciação do xilema e no desenvolvimento das raízes adventícias. O boro também pode reverter o efeito fitotóxico do alumínio no incremento radicular em dicotiledôneas (HERRERA, 2001).

O zinco é um micronutriente mineral de extrema importância para as plantas, desempenhando importantes papéis, como promoção da síntese e conservação de auxinas, hormônios vegetais relacionados ao crescimento das plantas. O zinco possui uma correlação com a auxina nos tecidos das plantas, quando ocorre deficiência deste elemento reduz a auxina, em virtude das reações de óxido-redução ocasionar a degradação da auxina (VERAS, 2017). A aplicação de Zinco (Zn) atua indiretamente no enraizamento, promovendo aumento do conteúdo de auxinas pelo aumento das reservas de triptofano, que é o precursor natural do AIA (HARTMANN et al 2011).

Diversas formas de aumentar a eficiência de enraizamento das estacas podem ser utilizadas e dentre elas, o pré-tratamento das plantas matrizes com ausência de luz, tem proporcionado excelentes resultados em muitas espécies frutíferas e ornamentais de difícil enraizamento (BIASI, 1996). O estiolamento (crescimento na ausência de luz) dos ramos aumenta a concentração interna de auxinas no ramo, diminui a lignificação dos tecidos, aumenta o acúmulo de amido na região estiolada e diminui o conteúdo de

co-fatores negativos do enraizamento, especialmente AIA-oxidase (SILVEIRA et al., 2004).

O percentual de enraizamento também pode variar com o tipo de estaca utilizada, visto que esse potencial varia entre as diferentes porções de um mesmo ramo. Ramos lenhoso apresenta maior enraizamento na porção basal, enquanto que ramos coletados em outras épocas, portanto, semi lenhosos e herbáceos possuem maior potencial de enraizamento em sua porção apical (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2002).

Em espécies lenhosas, a formação de raízes adventícias está relacionada ao diâmetro da estaca (DICKMANN et al., 1980). A relação entre ambos tem origem no grau de lignificação e, conseqüentemente, no teor de compostos fenólicos (CFs) e peroxidases (PXs). De acordo com FACHINELLO et al. (1995), o diâmetro das estacas afeta o potencial de enraizamento, onde o diâmetro ideal varia conforme a espécie e a natureza das estacas.

Devido à necessidade de conhecimentos sobre a melhor forma de propagação de alguns gêneros de *Spondias*, o objetivo do trabalho foi à obtenção de informações que possam favorecer o processo de domesticação dessas espécies.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIASI, L.A. Emprego do Estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p.309-314, 1996.

DANTAS, A.L.; SILVA, S.M.; DANTAS, R.L.; SOUSA, A.S.B.; SCHUNEMANN, A.P.P. Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos de Ubugueira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.38, n.1. 003-042, Fevereiro, 2016.

DICKMANN, D.; PHIPPS, H; NETZER, D. 1980. Cutting Diameter Influences Early Survival and Growth of Several Populus Clones. Research Note NC-261. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.

FACHINELLO, J. C *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T. & GENEVE, R.L, 2002. Plant propagation: principles and practices. 7th ed. New Jersey, Prentice Hall.

HERRERA, T.I.R. **Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.)**. Dissertação (Mestranda em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, p. 49, 2001.

KOYAMA, R.; DE ASSIS, A.M.; CARDOSO, C.; MORITZ, A.; ORTIZ, T. A.; ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas de lichieira tratadas com ácido indolbutírico e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 9, n. 3, 2014, pp. 384-388.

NICOLOSO, F.T.; FORTUNATO, R.P.; FOGAÇA, M.A.F. Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em dois substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.2, p. 277-283, 1999.

PEREIRA, F.B.; PERES F.S.B. Nutrição e enraizamento adventício de plantas lenhosas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, ed. Colombo, v.35, n.87, p.319-326, jul/set. 2016.

SILVEIRA, S.V.; SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C. Propagação vegetativa de abacateiro por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.26, n. 1, p. 191-192, Abril, 2004.

SOUZA, F.X.; COSTA, J.T.A. Produção de mudas de *Spondias* cajazeira, cajaneira, cirigueira, umbu-cajazeira e umbuzeiro. 26p. il. 21 cm. – (Documentos/ Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 133). Embrapa Agroindústria tropical, 2010.

VERAS, M.L.M. **Aplicação de Zinco e Ethephon das plantas matrizes e enraizamento de *Spondias***. Dissertação (Mestrando em Agronomia). Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.169, 2017.

CAPÍTULO I

UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES DIÂMETROS E CONCENTRAÇÕES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DE ESTACAS LENHOSAS DE UMBUGUELA.

Resumo: Na umbugueleira (*Spondias spp.*) uma das formas de propagação vegetativa da espécie é pela estaquia, que vem sendo mais comumente utilizada nas *Spondias*, devido este gênero possuir limitações, tais como a dificuldade de enraizamento e por ser uma técnica de maior viabilidade econômica. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diâmetros diferentes de estacas lenhosas associadas à aplicação exógena de Ácido Indolbutírico na propagação de Umbugueleira (*Spondias spp.*). O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia – PB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 x 5) sendo os fatores: dois diâmetros diferentes de estacas (0,5-1 e 1-1,5 cm) e concentrações de AIB (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações as estacas imersas em solução de AIB por imersão lenta (2 cm da parte basal, por 12 horas) com quatro repetições de oito estacas por unidade experimental. As variáveis analisadas foram às de sobrevivência: estacas vivas, brotadas, estacas não enraizadas com calo e de crescimento: comprimento e número de brotações e número de folhas nas brotações. As estacas com diâmetro de 0,5-1 cm mostraram-se mais viáveis a estaquia quando comparado às estacas com diâmetro maior, devido ter uma maior concentração de auxinas.

Palavras chave: *Estaquia, Ácido indolbutírico, Spondias.*

CHAPTER I

USE OF DIFFERENT DIAMETERS AND AIB CONCENTRATIONS IN THE SPREAD OF SMALL CUP OF UMBUGUELA.

Abstract: One of the forms of vegetative propagation of the species is the stem (Spondias spp.), Which has been most commonly used in Spondias, due to its limitations, such as the difficulty of rooting and the fact that it is a more economical technique. The objective of this work was to evaluate the effect of different diameters of woody cuttings associated to the exogenous application of Indolbutyric Acid in the propagation of Ubugueleira (Spondias spp.). The experiment was carried out in the nursery of Fruticultura belonging to the Department of Plant Science and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), located in the city of Areia - PB. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement (2 x 5), with two different diameters of cuttings (0.5-1 and 1-1.5 cm) and AIB concentrations (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), zero being no-till and the other concentrations, the stakes immersed in IBA solution by slow immersion (2 cm of the basal part for 12 hours) with four replications of eight cuttings per experimental unit . The variables analyzed were survival rates: live cuttings, sprouts, nonrooted cuttings with callus and growth: length and number of shoots and number of leaves in shoots. Stakes with a diameter of 0.5-1 cm were shown to be more viable when compared to cuttings with larger diameter, due to a higher concentration of auxins.

Key words: Staphylococcus, Indolbutyric acid, Spondias.

1. INTRODUÇÃO

A umbuguela é resultado do cruzamento entre o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) e ciriguela (*Spondias purpurea* L.), pertence ao grupo de fruteiras tropicais em fase de domesticação e com grande potencial de exploração industrial na região Nordeste, devido os frutos terem boa aparência, qualidade nutritiva, aroma e sabor agradáveis, sendo muito apreciados para consumo tanto ao natural quanto processados em polpas, sucos, doces, néctares e sorvetes (SOUZA, 1998).

A propagação de *Spondias* é feita pelos métodos sexuais e assexuais. Na propagação sexual, o comumente chamado caroço, é utilizado como semente. A cirigueleira, a umbu-cajazeira e a umbugueleira praticamente não se propagam via sexual, em virtude de a maioria dos seus endocarpos serem desprovidos de sementes (VERAS, 2017). A estaquia então surge como uma alternativa de propagação para espécies sem viabilidade das suas sementes, pois esse método baseia-se na capacidade de regeneração dos tecidos da estaca, emissão de raízes adventícias e brotações, podendo ser utilizada na produção direta de mudas ou para a produção de porta-enxertos (NACATA et al., 2014).

O uso de reguladores vegetais tem o objetivo de induzir a formação de raízes, aumentar o percentual de estacas enraizadas, bem como a qualidade das raízes formadas, além da uniformidade do enraizamento (RUFINO, 2015). O emprego de reguladores vegetais, especialmente do grupo das auxinas, vem sendo mencionada como agente favorável ao processo de enraizamento adventício em várias espécies. Apesar de o ácido índol-3-acético (AIA) seja a auxina mais abundante nos vegetais, tem se demonstrado que o uso do ácido indolbutírico é mais estável e eficaz na maioria dos casos (SAUER et al., 2013).

O ácido indolbutírico (AIB), que é frequentemente utilizado para fazer o balanceamento hormonal em estacas para o enraizamento. Com o aumento da concentração endógena de auxinas nos tecidos ocorre a aceleração da formação de raízes, o que induz o alongamento celular transformando as atividades fisiológicas da planta (TAIZ & ZEIGER, 2017).

O percentual de enraizamento também pode variar de acordo com o tipo de estaca utilizada, visto que esse potencial varia entre as diferentes porções de um mesmo ramo. Ramos lenhosos apresenta maior enraizamento na porção basal, enquanto que ramos coletados em outras épocas, portanto, semi lenhosos e herbáceos possuem maior

potencial de enraizamento em sua porção apical (FACHINELLO et al., 1995; HARTMANN et al., 2002).

Em espécies lenhosas, a formação de raízes adventícias está relacionada ao diâmetro da estaca (DICKMANN et al., 1980). A relação entre ambos tem origem no grau de lignificação e, conseqüentemente, no teor de compostos fenólicos (CFs) e peroxidases (PXs). De acordo com (FACHINELLO et al. 1995), o diâmetro das estacas afeta o potencial de enraizamento, onde o diâmetro ideal varia conforme a espécie e a natureza das estacas.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diâmetros diferentes de estacas associado a aplicação exógena de Ácido Indolbutírico na propagação de Ubugueleira (*Spondias spp.*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. SELEÇÃO, TRATAMENTO E LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAS:

Foram selecionadas duas plantas matrizes de acordo com seu vigor, ou seja, que apresentem aspecto (sadio, ausência de pragas, doenças) e que se destaquem dos outros da mesma espécie. Essas matrizes de umbugueleira localizam-se no município de Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Universidade Federal da Paraíba e foram obtidas de propagação vegetativa, com idade de 15 a 20 anos. Depois se iniciou o tratamento dessas matrizes em que foram feitas podas de limpeza nas duas plantas. Após a poda de limpeza, foi feito um tratamento químico (normalmente cúprico) das partes cortadas para reduzir a aparecimento de doenças.

Depois de proceder às podas, foram feitas nas duas plantas a adubação mineral a com NPK dois meses antes de coletar as estacas, em que os fertilizantes foram aplicados em cobertura, em faixas circulares obedecendo à projeção da copa da planta. As doses foram 150g de sulfato de amônia, 120 g de superfosfato simples e 240 g de cloreto de potássio, no período pós-frutificação associado a irrigação regular durante dois meses, de modo a manter ou melhorar o vigor da planta.

2.2. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado nos dias 12 e 13 de abril de 2017. As estacas foram coletadas de manhã, antes do florescimento (repouso vegetativo). Apresentando-se ramos lenhosos de 0,5 a 1cm e de 1 a 1,5 cm de diâmetro, também retirados da porção mediana da planta e acondicionados em papel umedecido para serem transportados para o viveiro de fruticultura onde foi realizado o corte das estacas. Esses cortes são de aproximadamente 10 cm de comprimento, sem folhas e sem número de gemas

estabelecido, sendo a parte superior das estacas cortada de forma reta e a basal de cortada em bisel, não danificando nenhuma gema. Os tratamentos são constituídos de estacas com o diâmetro de 0,5-1 cm e de 1-1,5 cm associado a diferentes concentrações de AIB p/250 mL (0,50,100, 150, 200 mg.L⁻¹), diluído em período de 12 horas (imersão lenta). As soluções foram envolvidas em papel alumínio, a fim de evitar a fotodegradação. Após este período as estacas foram plantadas em tubetes com diâmetro interno de 26 mm e diâmetro externo de 33 mm e volume de 55 cm³, preenchidos com substrato formado de casca de arroz e composto orgânico 1:1 e sendo colocados sob sombrite a 50% de luz em estufa. Estas ficaram sob nebulização, com abertura de 30 segundos e intervalos de 5:30 minutos.

Ao final de 90 dias após a estaquia foram avaliadas as seguintes variáveis:

Sobrevivência:

- Estacas vivas - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);
- Estacas brotadas, sem raiz - por meio de contagem e transformado para porcentagem (%)
- Estacas não enraizadas com calo - Obtida também aos 90 dias após instalação do experimento, onde será retirada cada estaca dos sacos para a contagem das estacas que apresentarem ou não calo;
- Estacas enraizadas - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);

Crescimento:

- Comprimento das brotações, em centímetros, foi obtido pelas medições realizadas com régua;
- Comprimento da maior raiz – em centímetros, obtido por medições realizadas com régua;
- O número de brotações por estaca assim como o número de estacas que emitiram brotações será obtido, sempre relacionado aos tratamentos aplicados;
- O número de folhas nas brotações serão obtidos pela contagem;
- Número de raízes – Obtidos por contagem
- A massa seca das brotações foi obtida a partir da lavagem dos materiais colocados em sacos de papel e levados a estufa a 65 °C até o peso constante sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em miligramas;

- Massa seca das raízes - obtida a partir da lavagem dos materiais colocados em sacos de papel e levados a estufa a 65 °C até o peso constante sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em miligramas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2x5) sendo o zero referente ao plantio direto (sem imersão em solução de AIB), com quatro repetições de oito estacas por unidade experimental.

Os dados foram analisados pela análise de variância, utilizando o programa R (2011). Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos, utilizou-se o teste T de Student, a 5% de probabilidade e para os tratamentos quantitativos a regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ($R^2 \geq 0,70$). Os dados de sobrevivência foram submetidos a modelo beta nominal e os de crescimento em negativo binominal.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi possível analisar os dados estatisticamente para as variáveis de estacas enraizadas e para as de crescimento como número de raízes, comprimento de raízes e massa seca das raízes, devido no ensaio experimental não haver nas estacas enraizamento e consequentemente não se obteve dados para as variáveis supracitadas.

Observou-se o efeito significativo do diâmetro das estacas para as variáveis estacas vivas, estacas com brotações, estacas vivas não enraizadas com calo, comprimento e matéria seca das brotações. Os valores das estacas com diâmetro de 0,5-1 cm mostrou-se superiores em relação às porcentagens de estacas com diâmetro de 1-1,5 cm.

Para as variável estacas vivas observou-se 26,04% para 0,5-1 cm e 5,79% de 1-1,5 cm (Figura 1). Em geral, as estacas grossas possuem a maior disponibilidade de nutrientes, mas em compensação as estacas finas podem apresentar a maior concentração endógena de auxinas (DIAS et al, 2012). RUFINO, (2015) em seu trabalho com umbugueira, observou porcentagens de 42% de estacas vivas, valores esses maiores, do que o observado no referente trabalho. Esses baixos valores percentuais também podem ser explicados devido ao tipo de estaca utilizado, segundo FERREIRA, (2010) as estacas lenhosas tem uma maior abundância de nutrientes, no entanto as estacas herbáceas podem conter maior agrupamento endógeno de auxinas, pelo fato de se situarem próximo à zona de sua produção (ápices caulinares).

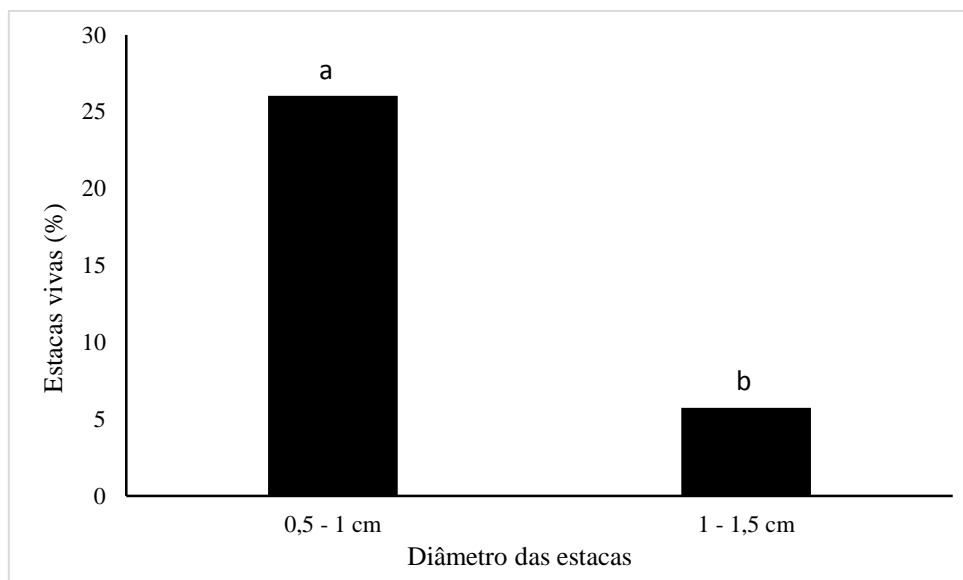


Figura 1. Porcentagem de estacas vivas sob diferentes diâmetros de umbugeleira.

Nas estacas com brotações os percentuais das estacas com diâmetro de 0,5-1 cm e 1-1,5 cm, aferiram-se 24,45% e 4,16%, respectivamente (Figura 2). Diferindo do que (RUFINO, 2015) encontrou em seu trabalho, maiores porcentagens para estacas com diâmetro de 1 a 1,6 cm quando comparados as estacas com diâmetro de 0,5 a 1 cm. FACHINELLO et al., (1995) atesta que estacas lenhosas apresentam maiores níveis de reserva que favorecem o enraizamento, mas, por outro lado, podem também apresentar altas taxas de brotações desfavorecendo o enraizamento, não observado no experimento.

De acordo com BOTELHO et al., (2005) em estacas herbáceas, os ramos estão em pleno crescimento e apresentam maiores concentrações de auxinas em relação as estacas lenhosas e semi-lenhosas. Além disso o processo de fotossíntese nas folhas influencia na síntese de carboidratos para a formação e crescimento das raízes. A formação da raiz adventícia é um processo complexo e dependente de fatores como o nível de fitorreguladores endógenos, presença de carboidratos, presença ou ausência de gemas dormentes e emergência de brotações (SMART et al., 2003).

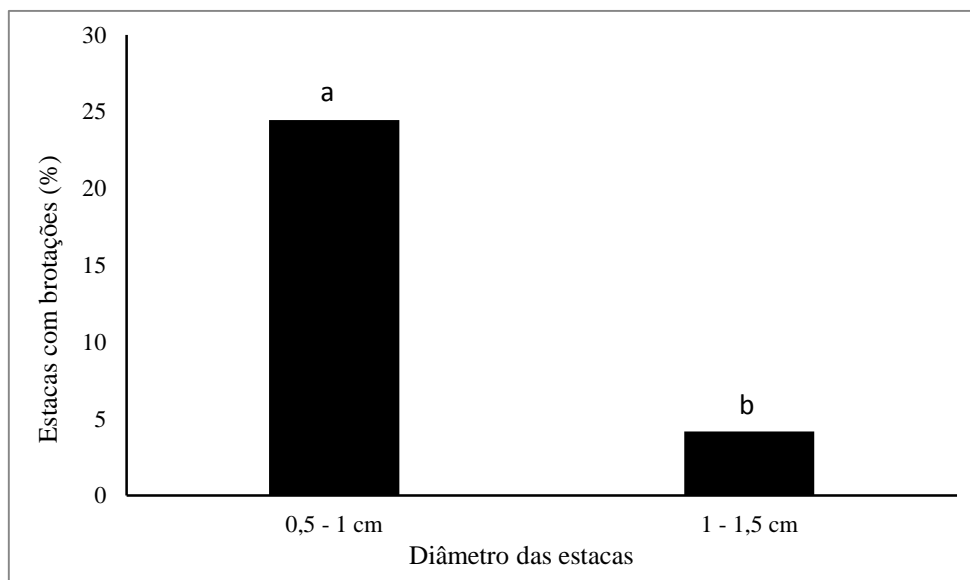


Figura 2. Porcentagens de estacas com brotações sob diferentes diâmetros.

Para estacas não enraizadas e com calo, os valores de porcentagens das estacas com diâmetro de 0,5-1 cm foram de 7,29% e para as de diâmetro de 1-1,5cm (Figura 3). A formação de calos podem ser um indicativo de enraizamento, porém é um processo independente e não necessariamente vai acarretar no enraizamento. Segundo HARTMANN et al., (2002), a origem de raízes adventícias em estacas de plantas com crescimento secundário ocorre a partir do tecido jovem do floema secundário, dos raios vasculares, do câmbio ou dos calos produzidos na base das estacas. A calogênese é um processo importante para a obtenção indireta de plantas.



Figura 3. Estacas não enraizadas e com calo sob diferentes diâmetros.

Foi observado no comprimento das brotações, 0,53 cm para as estacas com diâmetro de 0,5-1 cm e 0,04 cm no de 1-1,5 cm (Figura 4). Os resultados supracitados são inferiores aos que foram observados por TOSTA et al., (2012) e VERAS,(2017), em que ambos os trabalhos com *Spondias* chegaram a valores superiores a 5cm de comprimento em tempo de avaliação semelhante quando comparado ao referente trabalho. Os resultados de diâmetro supracitados não corroboram com o que foi citado por FERREIRA et al., (2010), em que quanto maior o diâmetro utilizado no seu trabalho, maior era o comprimento das brotações.

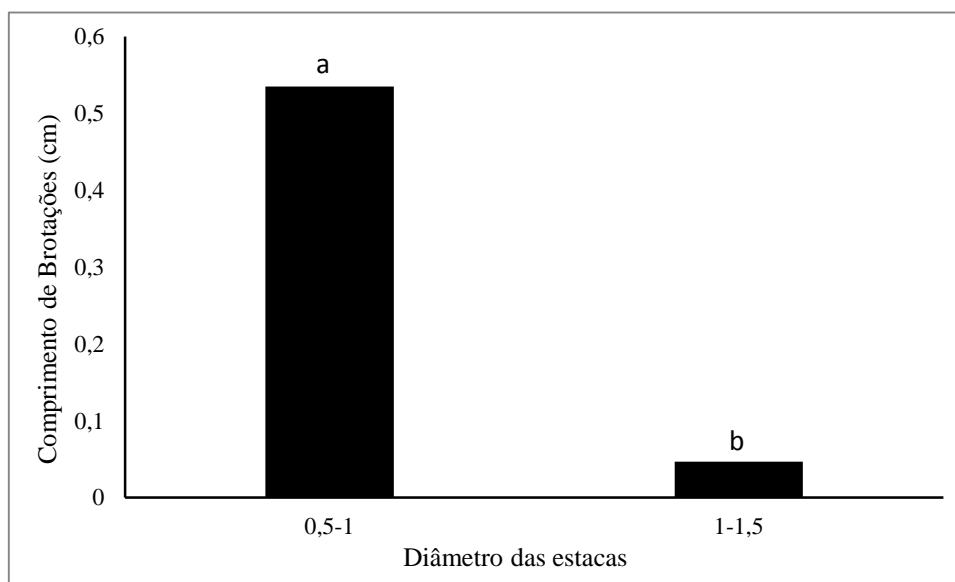


Figura 4. Comprimento de brotações sob diferentes diâmetros.

Na matéria seca das brotações observou-se 249,367 mg para as estacas com diâmetro de 0,5-1 cm e apenas 27,537 mg para as de 1-1,5 cm de diâmetro (Figura 5). TOSTA et al., (2012) verificou valores superiores de até 457,1 mg na matéria seca das brotações de cajaraneira, no entanto em concentrações superiores de AIB de 5000 mg L⁻¹ em relação as concentrações supracitadas no trabalho. Talvez a solução seria aumentar as concentrações de AIB, disponibilizando para os propágulos um melhor balanço endógeno. RIOS et al., (2012) em estacas umbuzeiro verificou valores próximos, cerca de 174 mg em matéria seca de brotos.



Figura 5. Matéria seca das brotações sob diferentes diâmetros.

Para as variáveis número de folhas nas brotações e número de brotações foi verificado efeito de interação entre as doses de AIB e o diâmetro das estacas. Em ambas as variáveis foram observadas que o diâmetro de 0,5-1 cm há um incremento de acordo com o aumento das concentrações até a dose de 1000 mg L⁻¹ e partir daí se aumentar a dose há o decréscimo nos valores de número de folhas nas brotações e de brotações (Figura 6 e 7). Já para o diâmetro maior, o que as estacas contêm 1-1,5cm, apresentou-se valores menores em relação a estacas com diâmetro inferior, no entanto de acordo com o aumento das doses de AIB verificou-se a tendência em aumentar os valores.

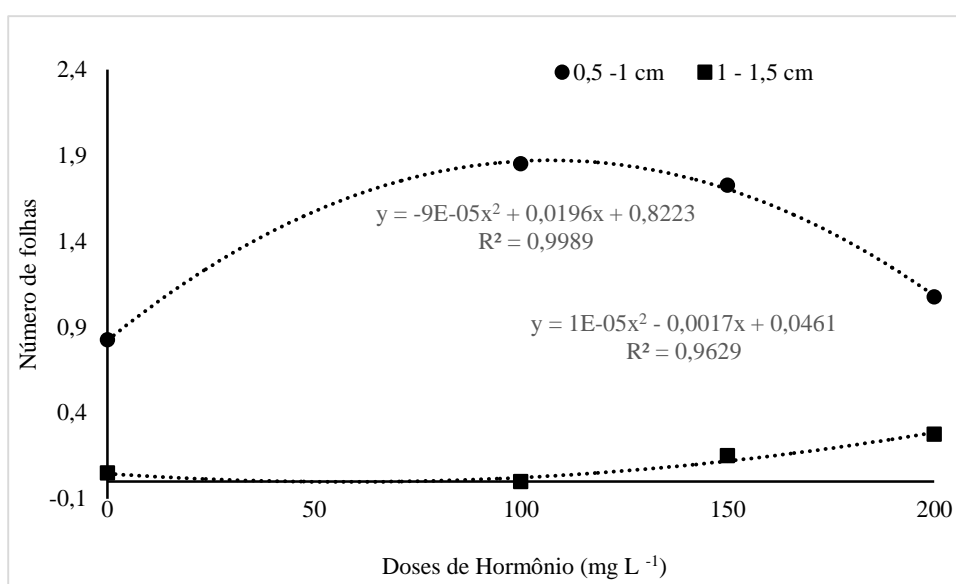


Figura 6. Número de folhas nas brotações sob diferentes concentrações de AIB, associado a diferentes diâmetros.

(VERAS, 2017) utilizando diferentes concentrações e maiores, de AIB, em estacas de umbu-cajazeira deparou com média de 1,9 brotações por estacas, médias essas que são superiores quando comparado aos valores encontrados no trabalho para número de brotações.

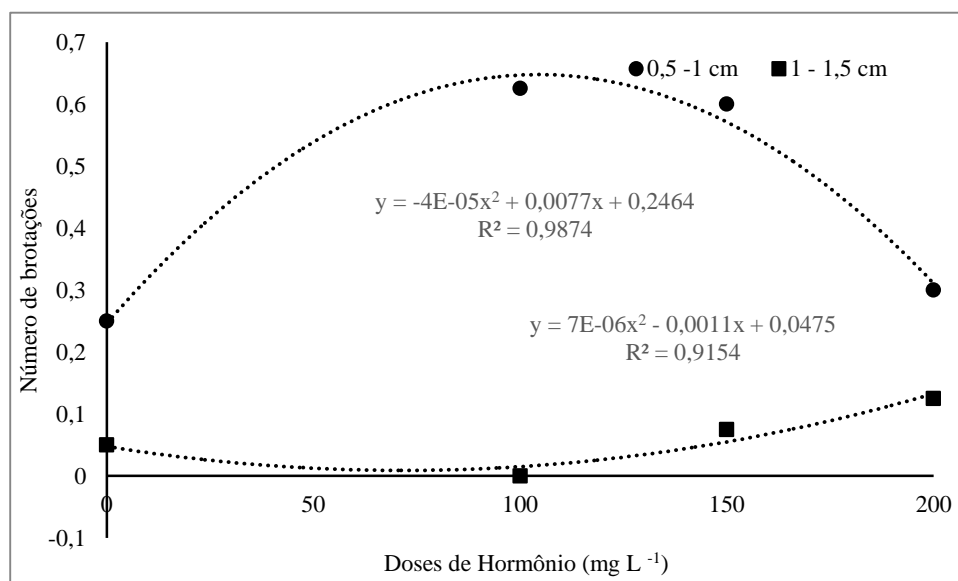


Figura 7. Número de brotações sob diferentes concentrações de AIB, associado a diferentes diâmetros.

3. CONCLUSÕES

Nenhum dos tratamentos apresentou enraizamento das estacas. Porém as estacas com diâmetro de 0,5-1,0 cm apresentou maior percentual de sobrevivência e formação de calo (calogênese).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, R.V.; MAIA, A.J.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; SCHUCK, E. Efeitos de reguladores vegetais na propagação vegetativa do porta-enxerto de videira '43-43' (*Vitis vinífera* x *V. rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 6-8, Abril 2005.

DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira.**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 453-462, out./dez. 2012.

DICKMANN, D.; PHIPPS, H; NETZER, D. 1980. Cutting Diameter Influences Early Survival and Growth of Several Populus Clones. Research Note NC-261. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.

FACHINELLO, J. C *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. ed. Pelotas: UFPel, 1995. 178 p.

FERREIRA, L.E.; ALVES, L.A.; SUASSUNA, G.G.; PEREIRA, E.S.; HERIVERTA, V.F. Diâmetro de estacas e substratos na propagação vegetativa de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, julio-septiembre, 2010, pp. 393-402.

HARTMANN, H.T; KESTER, D.E; DAVIES JR, F.T. & GENEVE, R.L. 2002. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. New Jersey, Prentice Hall.

NACATA, G.; ANDRADE, R. A. D.; JASPER, S. P.; PRATA, R. S. Propagação de variedades de caramboleira por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p.248-253, 2014.

RIOS, S.E.M.C.; PEREIRA, L.S.; SANTOS, T.C.; SOUZA, V.G.R. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.

ROCHA, S.C.; QUOIRIN, M. Calogênese e rizogênese em explantes de mogno (*Swietenia macrophylla* King) cultivados *in vitro*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 91-101, 2004.

RUFINO, D.C. **Propagação por estaquia em Umbugueira**. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p. 64.

SAUER, M.; ROBERT, S.; KLEINE-VEHN, J. 2013. Auxin: simply complicated. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 9, 2565–2577.

SMART, D.R.; KOCSIS, L.; WALKER, M.A. & STOCKERT, C. 2003. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. **Journal of Plant Growth Regulation** 21: 296-314.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 954 p.

TOSTA, M. da S.; OLIVEIRA, C. V. F. de; FREITAS, R. M. O. de; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA N. W.; TOSTA, P. D. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2727-2740, 2012.

VERAS, M.L.M. **Aplicação de Zinco e Ethephon das plantas matrizes e enraizamento de *Spondias***. Dissertação (Mestrando em Agronomia). Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.169, 2017.

CAPÍTULO II

TRATAMENTO DA PLANTA MATRIZ COM BORO E DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DA UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*) POR ESTAQUIA.

Resumo: A umbugueleira (*Spondias spp.*) pode ser propagada vegetativamente pela estaquia, que é a forma mais comumente utilizada nas plantas do gênero *Spondias*, e por ser uma técnica de maior viabilidade econômica. Porém este gênero possui limitações como a dificuldade de enraizamento. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento da planta matriz com Boro (B), e ácido indolbutírico (AIB) nas estacas sobre o enraizamento de umbugueleira (*Spondias spp.*). O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia – PB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 x 5) sendo os fatores: aplicação de boro (com boro e sem boro) e concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações as estacas imersas em solução de AIB por imersão rápida (2 cm da parte basal, por 5 segundos) com quatro repetições de oito estacas por unidade experimental. As variáveis utilizadas foram as de sobrevivência: estacas vivas, enraizadas, brotadas e enraizadas, estacas brotadas e estacas não enraizadas com calo e sem calo. Como também foram avaliadas as de crescimento: comprimento e matéria seca de brotações e raízes e número de folhas nas brotações e raízes. As concentrações de AIB não influenciaram significativamente na maioria dos parâmetros avaliados, exceto na variável estacas vivas não enraizadas sem calo. A aplicação de Boro para a maioria dos parâmetros avaliados apresentou-se os maiores valores, tendo como um sucesso a nutrição mineral da Umbugueleira com o nutriente.

Palavras chave: *Produção de mudas, ácido indolbutírico e enraizamento.*

CHAPTER II

TREATMENT OF THE MATRIX PLANT WITH BORO AND AIB DOSES IN THE SPREAD OF THE UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.) BY CUTTING.

Abstract: *Spondias* spp. Can be propagated vegetatively by cuttings, which is the most commonly used form in plants of the genus *Spondias*, and because it is a technique of greater economic viability. However, this genus has limitations such as the difficulty of rooting. The objective of this work was to evaluate the effect of the treatment of the matrix plant with boron (B), and indolebutyric acid (IBA) on the cuttings on the rooting of a tapeworm (*Spondias* spp.). The experiment was carried out in the nursery of Fruticultura belonging to the Department of Plant Science and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), located in the city of Areia - PB. The experimental design was completely randomized, in a factorial arrangement (2 x 5), with the following factors: boron (with boron and without boron) and AIB concentrations (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), being the zero for no-tillage and the other concentrations the stakes immersed in IBA solution by rapid immersion (2 cm from the basal part, for 5 seconds) with four replicates of eight stakes per experimental unit. The variables used were those of survival: live, rooted, sprouted and rooted cuttings, sprouted cuttings and cuttings not rooted with callus and callus. As also the growth rates were evaluated: length and dry matter of shoots and roots and number of leaves in shoots and roots. The AIB concentrations did not influence significantly in the majority of the evaluated parameters, except in the variable non-rooted live cuttings without callus. The application of Boron to the majority of the evaluated parameters presented the highest values, having as a success the mineral nutrition of the Ubugueleira with the nutrient.

Key words: *Production of seedlings, indolebutyric acid and rooting.*

1. INTRODUÇÃO

A umbugueleira pertencente ao gênero *Spondias* da família Anacardiaceae vem despertando interesse de pesquisadores e produtores devido sua ampla possibilidade de uso. Esta frutífera tem possível origem de uma hibridação natural do umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Câm.) com a cirigueleira (*S. purpúrea* L.) (LIMA NETA et al., 2009).

Essa frutífera advém da região semi-árida do estado da Paraíba do município de Princesa Isabel (SILVA, 1996), tendo sido introduzida na região do brejo paraibano na década de 90, havendo exemplares no pomar de Fruticultura do Centro de Ciências Agrárias (CCA) – Areia-PB e em pomares doméstico do município de Areia – PB (SILVA et al., 2003).

A utilização da propagação vegetativa vem assumindo cada vez mais um papel relevante, principalmente na multiplicação de materiais com características produtivas desejáveis. Dentre as técnicas mais utilizadas na propagação de plantas frutíferas, destacam-se a enxertia e a estaquia, considerando os altos percentuais de sucesso alcançado, aliados à rapidez e à facilidade de execução desses métodos (HARTMANN et al., 1990).

Em espécies de difícil enraizamento, a insuficiência pode está relacionada ao baixo conteúdo de auxina, pois segundo (PASQUAL et al., 2001), é imprescindível que haja um equilíbrio endógeno adequado entre auxinas, giberelinas e citocininas, ou seja, um balanço entre indutores e inibidores do processo de iniciação radicular. O modo mais comum de promover esse equilíbrio é pela aplicação exógena de reguladores de crescimento sintéticos, que pode elevar o teor de auxina no tecido, essencial no processo de enraizamento das estacas.

A viabilidade da propagação por estaquia aumenta com o uso de fitorreguladores e a observância das melhores épocas de realização. Segundo SOUZA & ARAÚJO (1999), para as espécies do gênero *Spondias*, as estacas devem ser coletadas poucos dias antes da emissão das brotações dos ramos, das folhas e das flores, caso contrário é frequente o insucesso da propagação vegetativa. Isso ocorre porque na fase de desenvolvimento reprodutivo as reservas (carboidratos, proteínas, aminoácidos, etc.) da planta estão sendo direcionadas para formação das flores e dos frutos, ficando os tecidos com baixos níveis de reservas.

A capacidade de enraizamento depende da interação de vários fatores, como estado nutricional e fenológico da planta matriz, fatores ambientais e tratamento concedido, entre outros (SOUZA & LIMA, 2005). Dentre os diversos fatores que influenciam o

sucesso da produção de mudas por estacas está o estado nutricional tanto das plantas doadoras de propágulos quanto dos propágulos a serem regenerados em novas plantas, uma vez que o *status* nutricional determina a quantidade de carboidratos, auxinas e outros compostos do metabolismo essenciais da planta para a iniciação e desenvolvimento da rizogênese (PEREIRA & PERES, 2016).

Estudos sugerem que o boro (B) desempenha funções no alongamento celular, síntese de ácidos nucleicos, respostas hormonais e funcionamento de membranas. É conveniente considerar a iniciação e o crescimento de raízes processos distintos, nos quais a auxina é o iniciador de raízes, mantendo o boro (B) o crescimento das mesmas (VALMORBIDA & LESSA, 2008). HERRERA, (2008)., propuseram a existência de um controle direto do movimento de carboidratos pelo boro, postulando que esse mineral forma um complexo ionizável boro - sacarose, facilitando o transporte de carboidratos através das membranas, os quais são translocados rapidamente para os locais onde está ocorrendo desenvolvimento e alongamento celular.

Há efeitos sinérgicos entre Boro e auxina, porém conclui-se que o boro não age primeiro sobre os níveis de auxinas afetando o alongamento das células, mas ao contrário, acreditam que esse seja o próximo passo, após a alteração da membrana celular, onde o boro facilita o transporte através das membranas ou na manutenção da integridade destas (ONO & RODRIGUES, 1996).

Avaliar o efeito do tratamento da planta matriz com Boro (B), e ácido indolbutírico (AIB) nas estacas sobre o enraizamento de umbuguela (*Spondias spp.*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. SELEÇÃO, TRATAMENTO E LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAS:

Foram selecionadas duas plantas matrizes de acordo com seu vigor, ou seja, que apresentem aspecto (sadio, ausência de pragas, doenças) e que se destaquem dos outros da mesma espécie. Essas matrizes de umbugueleira localizam-se no município de Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Universidade Federal da Paraíba e foram obtidas de propagação vegetativa, com idade de 15 a 20 anos. Depois se iniciou o tratamento dessas matrizes em que foram feitas podas de limpeza nas duas plantas. Após a poda de limpeza, foi feito um tratamento químico (normalmente cúprico) das partes cortadas para reduzir a aparecimento de doenças.

Depois de proceder às podas, foram feitas nas duas plantas a adubação mineral a com NPK dois meses antes de coletar as estacas, em que os fertilizantes foram aplicados em cobertura, em faixas circulares obedecendo à projeção da copa da planta. As doses

foram 150g de sulfato de amônia, 120 g de superfosfato simples e 240 g de cloreto de potássio, no período pós-frutificação associado a irrigação regular durante dois meses, de modo a manter ou melhorar o vigor da planta.

2.2.INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O Boro foi aplicado via pulverização na planta matriz 7 dias antes da retirada dos ramos. A dose desse nutriente correspondente ao tratamento foi diluída conforme a indicação comercial do produto de 1,5 a 2L do produto para 2000L de água, encontrando-se a partir da mesma a dose específica para cada tratamento. O Boro foi diluído dentro de um pulverizador costal e aplicado na copa das plantas das umbugueiras, com volume aproximado de 10 L/planta.

O experimento foi instalado em dezembro (planta com boro) de 2017 e fevereiro (planta sem boro) de 2018. As estacas foram coletadas de manhã, antes do florescimento (repouso vegetativo). Apresentando-se ramos herbáceos com 3 a 4 mm de diâmetro, também retirados da porção mediana da planta e acondicionados em papel umedecido para serem transportados para o viveiro de fruticultura onde foi realizado o corte das estacas. Esses cortes são de aproximadamente 15 cm de comprimento, deixando um par de folhas, duas gemas laterais e uma gema na base, sendo a parte superior das estacas cortada de forma reta e a basal de cortada em bisel, não danificando nenhuma gema. Os tratamentos são constituídos de uma planta tratada com boro e outra sem boro e combinando com as concentrações de AIB p/250 mL (0,1000,1500, 2000, 2500 mg.L⁻¹), diluído e em que as estacas foram imersas em um período de 5 segundos. As soluções foram envolvidas em papel alumínio, a fim de evitar a fotodegradação. Após este período as estacas foram plantadas em tubetes com diâmetro interno de 26 mm e diâmetro externo de 33 mm e volume de 55 cm³, preenchidos com substrato formado de casca de arroz e composto orgânico 1:1 e sendo colocados sob sombrite a 50% de luz em estufa. Estas ficaram sob nebulização, com abertura de 30 segundos e intervalos de 5:30 minutos.

Ao final de 90 dias após a estaquia foram avaliadas as seguintes variáveis:

Sobrevivência:

- Estacas vivas - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);
- Folhas persistentes - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);

- Estacas só brotadas, sem raiz - por meio de contagem e transformado para porcentagem (%)
- Estacas brotadas e enraizadas - Obtido aos 90 dias a partir da instalação do experimento. Para a avaliação será retirado o tubete cuidadosamente, e com sucessivas lavagens obtém-se o sistema radicular intacto na parte inferior e na parte aérea as brotações, contando-se as estacas que apresentarem raízes + brotações. Considera-se uma muda completa aquela estaca enraizada e brotada;
- Estacas só enraizada – Por meio de contagem e transformado em porcentagem;
- Estacas sem calo e com calo - Obtida também aos 90 dias após instalação do experimento, onde será retirada cada estaca dos sacos para a contagem das estacas que apresentarem ou não calo;

Crescimento:

- Comprimento das brotações, em centímetros, foi obtido pelas medições realizadas com régua;
- O número de brotações por estaca assim como o número de estacas que emitiram brotações será obtido, sempre relacionado aos tratamentos aplicados;
- O comprimento médio da maior raiz será avaliado aos 90 dias após a instalação do experimento, medindo-se o comprimento das raízes com régua e obtendo-se os resultados em centímetros;
- O número de folhas e número de raízes por estacas serão obtidos pela contagem;
- A massa seca das brotações - Obtidas a partir da lavagem dos materiais colocados em sacos de papel e levados a estufa a 65 °C até o peso constante sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em gramas;
- A massa seca das raízes - Obtida aos 90 dias a partir da instalação do ensaio, a partir da lavagem das mesmas e obtenção do comprimento, as raízes serão colocadas em sacos de papel e levadas a estufa a 65 °C até o peso constante sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em gramas;.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2x5) sendo os fatores: aplicação de Boro (com e sem boro) e concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto (sem imersão em solução de AIB), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental.

Os dados foram analisados pela análise de variância, utilizando o programa R (2011). Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos, utilizou-se o teste T de Student, a 5% de probabilidade e para os tratamentos quantitativos a regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ($R^2 \geq 0,70$). Os dados de percentagem foram submetidos a modelo beta nominal e os de contagem em negativo binominal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a percentagem de estacas vivas apresentadas pela (Tabela 1), é possível observar que não houve diferença significativa entre as doses de AIB e também não para efeito do Boro (B). Porém observa-se que obtive para as estacas tratadas com Boro maiores valores de percentagem de estacas vivas em relação às estacas tratadas sem Boro, com valores de 80,6% e 71,8%, respectivamente. A alta porcentagem de estacas vivas pode ser justificada pela calogênese e consequente enraizamento na maioria das estacas do presente experimento, como também pela presença de folhas persistentes.

HERRERA, (2001) cita em seu trabalho que o Boro tem influência em parte na manutenção da vitalidade da estaca, pois o próprio provavelmente regule os níveis endógenos de auxinas durante o desenvolvimento das raízes.

Quanto a influência das folhas na sobrevivência das estacas LIONAKIS, (1981) afirma que a presença das folhas garante a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos através da fotossíntese como pelo fornecimento de auxinas e outras substâncias, refletindo na maior porcentagem de enraizamento e maior porcentagem de estacas vivas.

Para a porcentagem de enraizamento, apesar de não haver significância entre os fatores (Doses de hormônio e aplicação de Boro), as médias de estacas só enraizadas (não considerando as brotações) apresentaram bons valores, sendo de 46,8 e 46,2% para clones tratados e não tratados com Boro (Tabela 1). RUFINO, (2015) verificando o enraizamento de Ubugueleira em diferentes concentrações de AIB aferiu valores semelhantes do que o apresentado no presente trabalho, em média 47,2% de enraizamento. Por se tratar de uma espécie de difícil enraizamento, estes resultados são considerados bons. Os maiores valores com Boro pode ser explicado

Contudo não se obteve significância estatística para ambas as condições, isso podendo ser devida ao fato de as estacas já possuírem auxinas endógenas suficientes para enraizarem. A época de coleta das estacas pode ter favorecido este resultado, já que as matrizes se encontravam em intensa atividade vegetativa e não tinham passado por

condições de estresse como extremos de alta e baixa temperatura (HARTMANN et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por (BEZERRA, 2017), que também observou que não houve efeito do AIB e do Boro na porcentagem de enraizamento de estacas de Azaleia cultivadas em vaso.

Igualmente as estacas enraizadas o percentual de estacas brotadas e enraizadas também não foi influenciado significante pela interação Boro x AIB, como também não houve efeito isolado destes tratamentos. Entretanto os valores avaliados para estacas tratadas com Boro e sem Boro apresentaram-se em ótimos percentuais, 20,6% e 17,5%, respectivamente (Tabela 1). Sabe-se que para caracterizar o fechamento do ciclo de uma muda de qualquer frutífera é necessária que nela contenha brotações e aparecimento de raízes, assim a antiga estaca agora se desenvolveu por completo e pode ser transplantada para um vaso.

O surgimento de brotações é importante para o enraizamento das estacas em virtude das folhas serem fontes de síntese de auxina e carboidratos e à síntese de compostos fenólicos pela parte aérea, sendo assim, o enraizamento bem como a sobrevivência das estacas é favorecido pela das folhas (PACHECO e FRANCO, 2008). Em algumas frutíferas, a presença de brotações tem sido um importante fator na promoção do enraizamento de estacas de diversas, como mirtilo, framboesa e amora (HARTMANN et al., 2002; OSTERC & STAMPAR, 2011; UBEDA-TOMÁS et al., 2012).

Tabela 1. Porcentagens de estacas vivas (VIVAS), estacas brotadas e enraizadas (B&E) e estacas enraizadas (ENRAIZADAS).

Boro	VIVAS (%)	Média de B&E (%)	Média de ENRAIZ (%)
Com Boro	80,625 ns	20,625 ns	46,875 ns
Sem Boro	71,875 ns	17,5 ns	46,25 ns
Desvio Padrão	6,187184335	2,209708691	0,441941738

Médias seguidas de uma mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste F, a 5% de propabilidade. ns = não significativo.

Para estacas vivas, não enraizadas e sem calo observou-se diferenças significativas entre as aplicações de Boro, 9,8% para estacas tratadas com Boro e 1,8% para estacas sem boro (Figura 1). Apesar de apresentar significância os percentuais foram muito baixos, o que significa que no referente trabalho a maioria. VAZ et al., (2011) também observou em estacas de diferentes espécies de maracujá tratadas com

diferentes doses de ácido indobutírico melhores, com percentuais de 4% sem calo. Segundo HARTMANN et al. (2002), quando as estacas são colocadas em condições de enraizamento, comumente ocorre a formação de calos, os quais são massas irregulares de células parenquimáticas em diferentes estágios de lignificação, através dos quais as raízes emergem. Porém, a formação das raízes adventícias e dos calos é independente e sua ocorrência simultânea se explica pelo fato de ambos envolverem processo de divisão celular, o que pode depender de condições internas e ambientais similares.

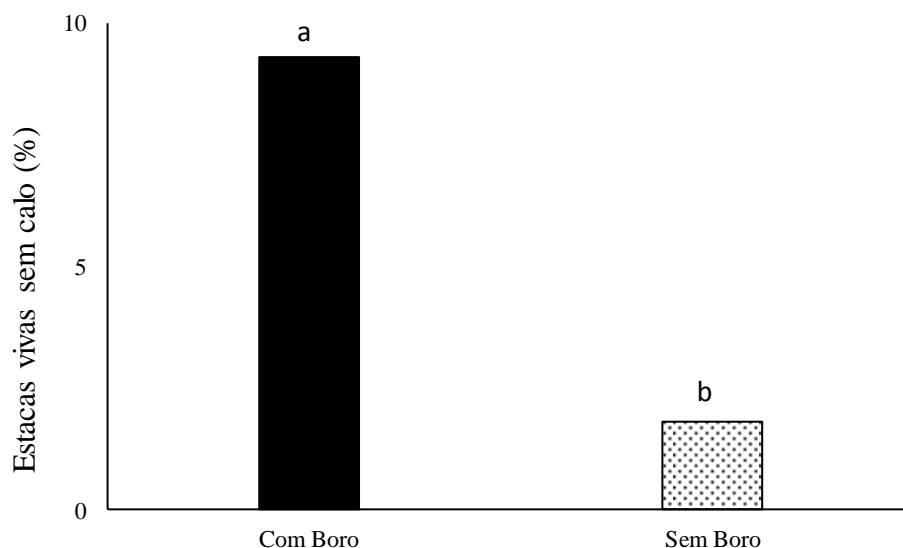


Figura 1. Porcentagens de estacas vivas não enraizadas sem calo, com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.

O comprimento de raiz apresentou interação significativa entre a utilização de Boro associado às doses de AIB, com valores médios de 14,2 cm para estacas tratadas com Boro (B) e 2,5 cm para estacas tratadas sem Boro (Figura 2). Assim, de modo geral, a combinação do boro com a auxina beneficiou o aumento do comprimento das raízes das estacas de Umbugueleira. No entanto, os maiores valores para AIB foram observados para 0 mgL^{-1} , em que há uma diferença ligeiramente maior entre as demais doses. O insucesso da utilização de hormônios pode ser explicado pela inibição de compostos fenólicos que favoreceriam o enraizamento das estacas e consequentemente a não mortalidade das próprias (BARTOLINI et al., 1991), sendo que o enraizamento pode ser estimulado pela presença de monofenóis e inibido por polifenóis (ONO & RODRIGUES, 1996).

(LEWIS, 1980), afirma que o boro está envolvido na biossíntese de lignina e, juntamente com a auxina, na diferenciação do xilema, no desenvolvimento das raízes adventícias. (ONO & RODRIGUES, 1996), relatam que a ausência de tratamentos com

boro resulta em parada da mitose, pela inibição da síntese de DNA. Como também notaram diferenças no alongamento de raízes tratadas ou não com boro, correlacionando esse fato com a inibição da atividade mitótica, em raízes sem tratamento com boro. O boro pode ser fornecido juntamente com a auxina, ou até 48 horas após esse tratamento. Isso confirma o fato enfatizado por vários trabalhos, de que a auxina inicia o enraizamento e o boro tem efeito sobre o crescimento das raízes formadas (MOHAMMED & ERICKSEN, 1974; MIDDLETON et al., 1978).

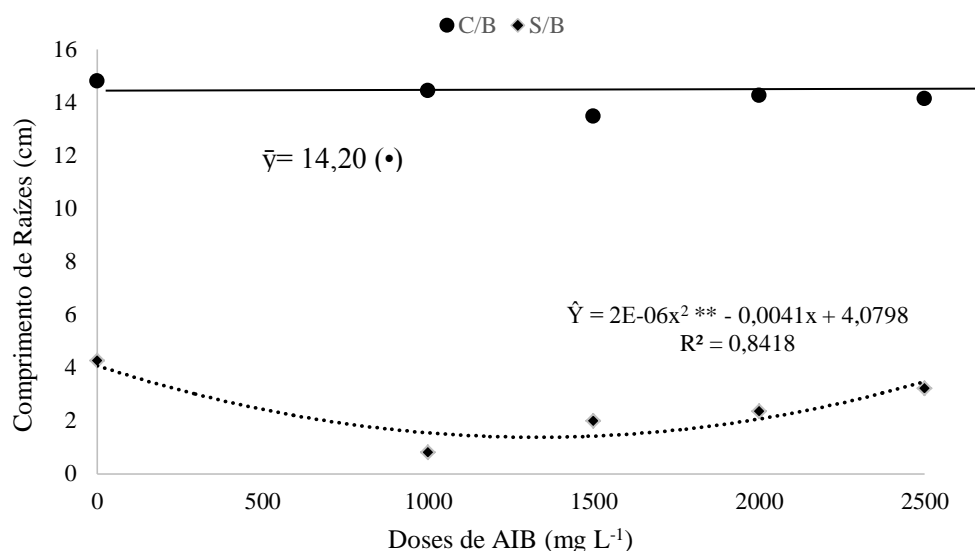


Figura 2. Comprimento de raízes de estacas com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.

Foram observados efeitos significativos para a utilização ou não de Boro, influenciando no comprimento das brotações das estacas de umbugueleira. No entanto, a maior média foi observada para as estacas não tratadas com Boro (B), em que se apresentou com valor de 13,08 cm, contra 0,48 cm de média das estacas com Boro (Figura 3). Isso pode ser explicado pelo fato de a planta matriz em que não foi aplicado o micronutriente Boro talvez estar em uma condição fisiológica melhor do que a outra matriz em que foi aplicado, devido antes da coleta das estacas a planta receber bastante água das chuvas. (QUEIROZ, 2017) relata que as brotações são formadas a partir de reservas orgânicas contidas nas estacas, contudo só ocorre formação de folhas definitivas se houver emissão de raízes adventícias para que haja suprimento nutricional e hídrico.

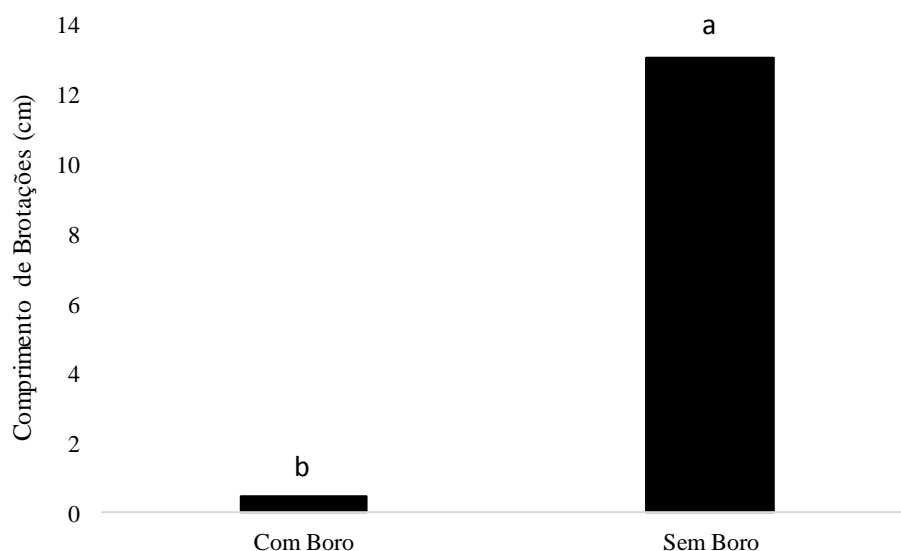


Figura 3. Comprimento de brotações (cm) de estacas com boro e sem boro associado a diferentes doses de hormônios de AIB.

Para as percentagens de folhas persistentes, brotações, estacas vivas não enraizadas com calo e matérias secas das brotações e da raiz não foram verificadas efeitos significativos da aplicação de AIB e de Boro, tão pouco interação entre eles (Tabela 2).

Apesar de não haver significância nos valores de folhas persistentes, foram aferidos bons valores de percentagem com ou não utilização de Boro (B), apresentando 48,75% e 53,12%, respectivamente (Tabela 2). Os maiores valores de Boro nessa variável também podem ser explicados pelo bom estado nutricional da planta matriz em que foi retirado os ramos, apresentando um bom balanço hormonal como explicado anteriormente. Segundo HARTMANN et al. (2002), a antecipação do enraizamento em estacas com folhas favorece o enraizamento adventício e, conseqüentemente, a sobrevivência das estacas. De acordo com PACHECO & FRANCO (2008), devido às folhas serem locais de síntese de auxina e carboidratos, espera-se que a presença das folhas favoreça a sobrevivência e a formação de raízes. Além disso, é provável que o enraizamento e a sobrevivência das estacas com folhas estejam relacionados à síntese de compostos fenólicos pela parte aérea. Estudos indicam que certos compostos fenólicos, como é o caso do ácido cafeico, catecol e clorogênico, interagem com as auxinas, induzindo a iniciação das raízes.

Também na Tabela 2, as médias das percentagens de estacas somente com brotações nas estacas não apresentaram efeito significativo entre as doses de AIB, como também entre a aplicação de Boro. Comparando-se as doses de Boro, verificou-se

valores iguais e muito baixos de brotações nas estacas, pois em ambas as condições com boro e sem boro as médias foram de 2,5% (Tabela 2). Os baixos valores de brotações nas estacas podem ser um bom indício de que a estaca vai enraizar, devido as reservas dos ramos se direcionarem direto para a parte basal, formando calo e consequentemente acarretando o enraizamento. (RUFINO, 2015) trabalhando com estacas herbáceas de umbuguela sob diferentes concentrações de AIB e diferentes épocas de poda observou valores maiores de brotações quando comparado aos que foram encontrados no referente trabalho, apresentando valores de até 40% de estacas com brotações.

Tabela 2. Porcentagens de Folhas persistestes (FP), estacas com brotações (BROT), estacas não enraizadas com calo (CCALO) e matéria seca das brotações (MSBrot) e das raízes (MSRaiz).

Boro	Média de FP (%)	Média de BROT (%)	Média de C/CALO (%)	Média de MSBrot (mg)	Média de MSRaiz (mg)
Com Boro	48,75 ns	2,5 ns	3,125 ns	83,84 ns	393,955 ns
Sem Boro	53,125 ns	2,5 ns	5,625 ns	52,44 ns	392,5355 ns
Desvio Padrão (%)	24,740237	5,063696835	7,244582414	90,76435198	230,337

Médias seguidas de uma mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste F, a 5% de propabilidade. ns = não significativo.

Na tabela 2 pode observar-se que não houve efeito da aplicação de Boro e as concentrações de AIB utilizadas. Verificando-se valores de percentagem de 3,125% para o tratamento com Boro e 5,625% para o tratamento sem Boro (B). Essas estacas que se exibiram com calos não se pode afirmar que possam vir a enraizar mais tarde, pois formar o calo e enraizar são processos fisiológicos independentes. (BEAKBANE, 1961) afirma que o calo é uma formação regenerativa que ocorre, principalmente, pelo estímulo da atividade cambial, tendo origem nas células do câmbio vascular e do floema.

Para as demais variáveis da Tabela 2. Observou-se que as massas secas da raiz e da folha não apresentaram diferença significativa, quando relacionada às doses de AIB e aplicação de Boro. Para massa seca de raiz obteve-se valores quase iguais comparando aplicação e não aplicação de Boro, com valores de 393,955 mg e 392,535 mg, concomitantemente (Tabela 2). (RUFINO, 2015) verificando o enraizamento de Umbugueleira em diferentes concentrações de AIB aferiu valores de 40mg na massa seca de raízes de suas estacas, bem inferiores quando comparados com o referido

trabalho. (FARIA & SACRAMENTO, 2003) afirma que quanto maior a matéria seca das raízes melhor vai ser a qualidade final das mudas do que o número de raízes, ou seja, quanto maior a matéria seca das raízes, melhor a qualidade final da muda.

A massa seca das brotações teve valores maiores para a estacas em que foi aplicado o Boro, com valor médio de 83,84mg e para a não aplicação de Boro, valor de 52,44 mg (Tabela 2). (TOSTA et al., 2012) em estacas de cajarana verificou valores bem maiores de massa seca, chegando em até 340 mg em uma concentração de 200 mg L⁻¹ de AIB, igual a utilizada no trabalho. Mas não necessariamente altas massas de brotações implicam em uma boa qualidade de uma muda, segundo (VERAS, 2017) a presença de estruturas na parte aérea das estacas pode afetar o enraizamento, já que funcionam como um forte dreno, consumindo as reservas e compostos nitrogenados; portanto, antes das estacas enraizarem, o aparecimento de brotações pode ser um indicativo de que as estacas podem não enraizar, resultando na morte das estacas.

4. CONCLUSÕES

- As doses de AIB não influenciou significativamente a propagação vegetativa de umbugueira;
- A aplicação de Boro apresentou incremento na sobrevivência e enraizamento das estacas de umbugueira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARTOLINI, G.; TAPONI, M.A. & SANTINI, L. 1991. Propagation by cuttings of 2 *Vitis* rootstocks - diffusion of endogenous phenolic compounds into the dipping waters. **Journal of Experimental Botany** 52: 9-15.

BEAKBANE, A.B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, v.192, p.954-955, 1961.

BEZERRA, A.K.D. **Efeito do ácido indolbutírico, Boro e armazenamento no enraizamento de estacas de azaleia cultivadas em vaso.** Tese (Doutoranda em Agronomia) – Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, p. 73. *caulinares*. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.

FARIA, J. C.; SACRAMENTO, C. K. DO. Enraizamento e crescimento de estacas herbáceas do cacaueiro (clones Cepec 42, TSH 516 e TSH 1188) em função da aplicação do ácido indolbutírico (AIB). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 192–194, 2003.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HERRERA, T.I.R. **Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.)**. Dissertação (Mestranda em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, p. 24, 2001.

HERRERA, T.I.R. **Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.)**. Dissertação (Mestranda em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, p. 49, 2001.

LEWIS, D.H. Boron, lignification and the origin of vascular plants a unified hypothesis. *New Phytol.*, v.84, p.209-229, 1980.

LIMA NETA, A. O.; SILVA, S.M.; SOBRINHO, R.D.S; PRIMO, D.M.B. Mudanças físicas e de coloração durante o desenvolvimento de frutos da umbugueleira (*Spondias* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 2009, Fortaleza – CE.

LIONAKIS, S.M. Physiological studies on growth and dormancy of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch). London, 1981, 381p. Thesis (PhD) - University of London.

MIDDLETON, W., JARVIS, B.C., BOOTH, A. The boron requirement for root development in stem cutting of *Phaseolus aureus* Roxb. *New Phytol.*, v.81, p.287, 1978a.

MOHAMMED, S., ERICKSEN, E.N. Root formation in pea cuttings. IV. Further studies on the influence of indole-3-acetic acid at different developmental stages. *Physiol. Plant.*, v.32, p.94-96, 1974.

ONO, E.O., RODRIGUES, J.D. *Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas*

OSTERC, G.; ŠTAMPAR, F. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. **Journal of Plant Physiology**, Rockville, v.168, p.2088-2092, 2011.

PACHECO, J.P.; FRANCO, E.T.H. Ácido indolbutírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.6, p.1624-1629, 2008.

PASQUAL, M. et al. Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/Faepe, 2001.

PEREIRA, F.B.; PERES F.S.B. Nutrição e enraizamento adventício de plantas lenhosas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, ed. Colombo, v.35, n.87, p.319-326, jul/set. 2016.

QUEIROZ, J.L.F. **Produção de mudas de cajarana submetidas a níveis de efluente doméstico tratado e manejos de AIB**. Dissertação (Mestrando em manejo de solo e água). Campus de Mossoró, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Rio Grande do Norte, p. 58.

RUFINO, D.C. **Propagação por estaquia em Umbugueleira**. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p. 64.

SILVA, S.M.; COSTA, J.P.; MENDONÇA, R.M.N.; SANTOS, A.F.; BATISTA, J.L. Caracterização física e físico-química de Umbuguela em diferentes estádios de maturação. *Embrapa Agroindústria Tropical*, Fortaleza, CE, 47:236-238, 2003.

SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. *Revista Ciência Agronômica*, v. 36, n. 2, p. 189-194, 2005.

SOUZA, F.X.; ARAÚJO, C.A.T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas *spondias* agroindustriais. 4p. il. 21 cm. *Embrapa Agroindústria tropical*, 1999.

TOSTA, M. da S.; OLIVEIRA, C. V. F. de; FREITAS, R. M. O. de; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA N. W.; TOSTA, P. D. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2727-2740, 2012.

UBEDA-TOMÁS, S. et al. Hormonal regulation of root growth: integrating local activities into global behavior. **Trends in Plant Science**, Londres, v.17, n.6, p.326-331, 2012.

VALMORBIDA, J.; LESSA, A.O.; Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido indolbutírico e ácido bórico. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 32, n. 2, p. 398-401, mar./abr., 2008.

VAZ, C.F.; PEIXOTO, J.R.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F.; SANTOS, E.C.; FONSECA, K.G.; JUNQUEIRA, K.P. Enraizamento de espécies silvestres de maracujazeiro utilizando cinco doses de ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura.*, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 3, p. 816-822 Setembro, 2009.

VERAS, M.L.M. **Aplicação de Zinco e Ethephon das plantas matrizes e enraizamento de *Spondias***. Dissertação (Mestrando em Agronomia). Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.169, 2017.

VIGNOLO, G.K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M.A.; PEREIRA, I.S.; ANTUNES, L.E.C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Ciência Rural*, v.44, n.3, mar, 2014.

CAPÍTULO III

TRATAMENTO DA PLANTA MATRIZ COM ZINCO E DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO DA UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.) POR ESTAQUIA.

Resumo: Nas *Spondias* uma das formas de propagação é a vegetativa por estaquia por ser uma técnica de maior viabilidade econômica, vem sendo mais comumente utilizada devido este gênero possuir limitações, tais como a dificuldade de enraizamento. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento na planta matriz com Zinco (Zn) e sem Zinco, associado a diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de umbugueleira (*Spondias spp.*). O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia – PB. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 x 5) sendo os fatores: aplicação de Zinco (com zinco e sem zinco) e concentrações de AIB (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações as estacas imersas em solução de AIB por imersão lenta (2 cm da parte basal, por 12 horas) com quatro repetições de oito estacas por unidade experimental. As variáveis utilizadas foram as percentagens de estacas vivas, enraizadas, brotadas, não enraizadas com calo e sem calo, comprimento e matéria seca de brotações e número de brotações por estaca. As concentrações de AIB não influenciaram significativamente na maioria dos parâmetros avaliados, exceto na variável estacas vivas não enraizadas sem calo. Não houve efeito sinérgico entre zinco e AIB na maior parte do trabalho, indicando que precisa-se de estudos mais aprofundados sobre a interação de adubação mineral associado a aplicação de reguladores vegetais, de forma a garantir o sucesso da estaquia de *Spondias*.

Palavras chave: *Estacas, enraizamento, reguladores vegetais.*

CHAPTER III

MATRIX TREATMENT PLANT WITH ZINC AND DOSES OF AIB IN SPREAD UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.) FOR CUTTING.

Abstract: In the *Spondias* one of the propagation forms is the vegetation by cutting because it is a technique of greater economic viability, it has been more commonly used because this genus has limitations, such as the difficulty of rooting. The objective of this work was to evaluate the effect of the treatment in the matrix plant with Zinc (Zn) and without Zinc, associated with different doses of indolebutyric acid (IBA) on the rooting of a Brazilian pine tree (*Spondias* spp.). The experiment was carried out in the nursery of Fruticultura belonging to the Department of Plant Science and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), located in the city of Areia - PB. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement (2 x 5) and the following factors were applied: Zinc (zinc and zinc-free) and AIB concentrations (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), being zero regarding no-till and the other concentrations, the stakes immersed in IBA solution by slow immersion (2 cm of the basal part for 12 hours) with four replications of eight stakes per experimental unit. The variables used were the percentages of live cuttings, rooted, sprouted, not rooted with callus and without callus, length and dry matter of shoots and number of shoots per cutting. The AIB concentrations did not influence significantly in the majority of the evaluated parameters, except in the variable non-rooted live cuttings without callus. There was no synergistic effect between zinc and IBA in most of the work, indicating that further studies are required on the interaction of mineral fertilization associated with the application of plant regulators, in order to guarantee the success of *Spondias* cuttings.

Key words: Cuttings, rooting, plant growth regulators.

1. INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa pode ser uma opção para a formação de mudas homogêneas, aceitando a fundação de pomares comerciais dessas espécies. Dentre os métodos a serem utilizados, a estaquia é uma técnica que permite a obtenção de grande quantidade de clones, no entanto, as pesquisas são inconsistentes quanto a formação eficiente de mudas com boa qualidade, sendo os percentuais de enraizamento baixos para algumas *Spondias* (RUFINO, 2015). Sendo assim, há a necessidade de estudar estratégias que viabilizem esta técnica de propagação a fim de que se possa obter o melhor desempenho de enraizamento das estacas. A produção de mudas do gênero *Spondias* para a implantação de pomares deve ser feita por via vegetativa: por estaquia ou enxertia. Todavia, os conhecimentos existentes sobre a estaquia são, ainda, insuficientes para a recomendação de técnicas eficazes para um sistema de produção de mudas em escala comercial (ALMEIDA et al., 2017).

A umbugueira (*Spondias spp.*) encontra-se no semi-árido brasileiro e sua origem é de uma suposta hibridação natural do umbu (*S. tuberosa* Arr. Câm.) com a ciriguela (*S. purpúrea* L.) é uma espécie propagada apenas vegetativamente por estaquia, enxertia ou alporquia, a estaquia vem sendo mais comumente utilizada nas *Spondias*, devido à propagação vegetativa de alguns gêneros dessa família possuir limitações, tais como a dificuldade de enraizamento e por ser uma técnica de maior viabilidade econômica (ARAÚJO et al., 2002).

A crescente demanda pelo consumo de frutas tropicais como as do gênero *Spondias*, em que se inclui a Umbuguela, apresenta-se como uma boa opção econômica, especialmente pela peculiaridade nas características típicas de seus frutos, como características organolépticas agradáveis (DANTAS et al., 2016). Dessa forma, tem-se observando o interesse produtores rurais e agroindústrias no cultivo da Umbuguela e demais espécies do gênero *Spondias*, o que confirma o potencial socioeconômico. Todavia, para viabilização dos cultivos há necessidade de serem solucionados os problemas tecnológicos que impossibilitam a sua exploração comercial (LIMA et al., 2002; SOUZA & ARAÚJO, 1999).

As estacas, na maioria das vezes, emitem brotações, mas não enraízam. De acordo com KOYAMA et al. (2014) alguns fatores, como o tipo de estaca associado a um bom substrato, a condição fisiológica da planta matriz e o balanço hormonal podem interferir no enraizamento das estacas. O uso de reguladores vegetais do grupo das auxinas pode

incrementar a rizogênese por meio da melhoria do balanço hormonal dos tecidos, sendo o ácido indolbutírico (AIB) uma auxina sintética fotoestável, de ação localizada e menos sensível à ação biológica.

Dentre os diversos fatores que influenciam o sucesso da produção de mudas por estacas está o estado nutricional tanto das plantas doadoras de propágulos quanto dos propágulos a serem regenerados em novas plantas, uma vez que o status nutricional determina a quantidade de carboidratos, auxinas e outros compostos do metabolismo essenciais da planta para a iniciação e desenvolvimento da rizogênese (PEREIRA & PERES, 2016).

O zinco é um micronutriente mineral de extrema importância para as plantas, desempenhando importantes papéis, como promoção da síntese e conservação de auxinas, hormônios vegetais relacionados ao crescimento das plantas. O zinco possui uma correlação com a auxina nos tecidos das plantas, quando ocorre deficiência deste elemento reduz a auxina, em virtude das reações de óxido-redução ocasionar a degradação da auxina (VERAS, 2017). A aplicação de Zinco (Zn) atua indiretamente no enraizamento, promovendo aumento do conteúdo de auxinas pelo aumento das reservas de triptofano, que é o precursor natural do AIA (HARTMANN et al 2011).

De acordo com o exposto, o referente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do tratamento na planta matriz com Zinco (Zn) e sem Zinco, associado a diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB) sobre o enraizamento de umbugueira (*Spondias spp.*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 SELEÇÃO, TRATAMENTO E LOCALIZAÇÃO DAS PLANTAS

Foram selecionadas duas plantas matrizes de acordo com seu vigor, ou seja, que apresentem aspecto (sadio, ausência de pragas, doenças) e que se destaquem dos outros da mesma espécie. Essas matrizes de umbugueira localizam-se no município de Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Universidade Federal da Paraíba e foram obtidas de propagação vegetativa, com idade de 15 a 20 anos. Depois se iniciou o tratamento dessas matrizes em que foram feitas podas de limpeza nas duas plantas. Após a poda de limpeza, foi feito um tratamento químico (normalmente cúprico) das partes cortadas para reduzir a aparecimento de doenças.

Depois de proceder às podas, foram feitas nas duas plantas a adubação mineral a com NPK dois meses antes de coletar as estacas, em que os fertilizantes foram aplicados em cobertura, em faixas circulares obedecendo à projeção da copa da planta. As doses foram 150g de sulfato de amônia, 120 g de superfosfato simples e 240 g de cloreto de

potássio, no período pós-frutificação associado a irrigação regular durante dois meses, de modo a manter ou melhorar o vigor da planta.

2.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O Zinco será aplicado via pulverização na planta matriz 7 dias antes da retirada dos ramos. As doses de zinco correspondentes aos tratamentos serão diluídas conforme a indicação comercial do produto de 1,5 a 2L do produto para 2000 L de água, encontrando-se a partir da mesma a dose específica para cada tratamento. O zinco será diluído dentro de um pulverizador costal e aplicado na copa das plantas das umbugueiras, com volume aproximado de 10 L/planta.

O experimento foi instalado nos dias 12 e 13 de abril de 2017. As estacas de umbuguela foram coletadas pela manhã, antes do florescimento (repouso vegetativo). Apresentando-se ramos semi-lenhosos com 3 a 4 mm de diâmetro, retirados da porção mediana da planta e acondicionados em papel umedecido para serem transportados para o viveiro de fruticultura onde será realizado o corte das estacas. Esses cortes serão de aproximadamente 15 cm de comprimento, deixando um par de folhas, duas gemas laterais e uma gema na base, sendo a parte superior das estacas cortada de forma reta e a basal de cortada em bisel, não danificando nenhuma gema.

Os tratamentos foram constituídos de uma planta tratada com zinco e outra sem zinco e concentrações de AIB p/250 mL (Testemunha absoluta imersa em água, 0, 50,100,150,200 mg.L⁻¹), diluído em solução de álcool 50%, onde as estacas permaneceram em imersão lenta por um período de 12 horas. Após este período as estacas foram plantadas em tubetes com diâmetro interno de 26 mm e diâmetro externo de 33 mm e volume de 55 cm³, preenchidos com substrato formado de esterco cortido, composto orgânico e casca de arroz na proporção 1:1:1 (v/v) e serão colocados sob sombrite a 50% de luz em estufa. Estas ficarão sob nebulização, com abertura de 30 segundos e intervalos de 5:30 minutos.

Ao final de 80 dias após a estaquia foi avaliados:

- A percentagem de estacas enraizadas será obtida aos 80 dias a partir da instalação do experimento. Para a avaliação será retirado o tubete cuidadosamente, e com sucessivas lavagens obtém-se o sistema radicular intacto, contando-se as estacas que apresentarem raízes. Considera-se estaca enraizada aquela que apresenta pelo menos uma raiz;
- A percentagem de estacas vivas será obtida por meio de contagem e transformado para porcentagem (%);

- A percentagem de estacas brotadas será obtido por meio de contagem e transformado para percentagem (%);
- A percentagem de estacas com calo será obtida também aos 80 dias após instalação do experimento, onde será retirada cada estaca dos sacos para a contagem das estacas que apresentarem calo;
- O comprimento das brotações, em centímetros, será obtido pelas medições realizadas com régua;
- O número de brotações por estaca (NB/Es) será obtido, sempre relacionados aos tratamentos aplicados;
- O número de folhas (NF) obtidos pela contagem;
- A massa seca das brotações (MSF) e massa seca total serão obtidas a partir da lavagem dos materiais colocados em sacos de papel e levados a estufa a 65 °C até o peso constante sendo posteriormente retiradas e pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca em gramas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2x5) sendo os fatores: aplicação de Zinco (com e sem zinco) e concentrações de AIB (0, 100, 150, 200, 250 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto (sem imersão em solução de AIB), com quatro repetições de dez estacas por unidade experimental.

Os dados foram analisados pela análise de variância, utilizando o programa R (2011). Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos, utilizou-se o teste T de Student, a 5% de probabilidade e para os tratamentos quantitativos a regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão ($R^2 \geq 0,70$). Os dados de percentagem foram submetidos a modelo beta nominal e os de contagem em negativo binominal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do tratamento com zinco aplicado nas matrizes para a percentagem de estacas vivas, apresentando valores médios de 55,41% para estacas tratadas com zinco e apenas 21,66% (Figura 1). Isso pode ser justificado pela produção de reservas de triptofano promovida pelo zinco, favorecendo a produção de raízes e consequentemente garantindo a estaca viva. Como também pode ser observado na (Figura 1) que a cada aumento na dose de AIB, houve um decréscimo na sobrevivência das estacas de Umbugueira, é tanto que os maiores percentuais aferidos foram na dose de 0 mg L⁻¹, com 81,25% nas estacas com zinco e 25% em estacas com zinco. O

insucesso da utilização de hormônios pode ser explicado pela inibição de compostos fenólicos que favoreceriam o enraizamento das estacas e consequentemente a não mortalidade das próprias (BARTOLINI et al., 1991), sendo que o enraizamento pode ser estimulado pela presença de monofenóis e inibido por polifenóis (ONO & RODRIGUES, 1996).

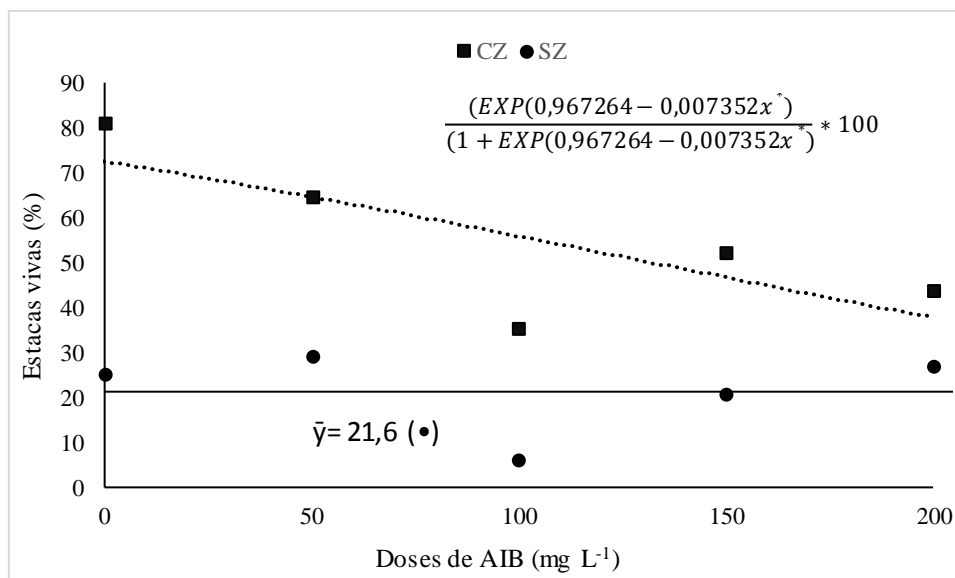


Figura 1. Porcentagens de estacas vivas tratadas com zinco e sem zinco associado a diferentes doses de hormônios de AIB.

Nas percentagens de folhas persistentes não foi verificado interação entre as doses de AIB e aplicação do zinco nas plantas matrizes. Entretanto, foi verificado efeitos isolados para esses tratamentos. Em relação a aplicação de zinco observou-se maior percentagem para as estacas da planta tratada com zinco quando comparado às estacas providas da planta sem zinco, proporcionando 6,25% e 0%, respectivamente (Figura 2B). A remanescência das folhas está fortemente ligada a presença de auxinas na estaca, onde vão ser direcionadas para o enraizamento. Esse maior percentual de folhas persistentes é devido ao zinco, produzindo reservas de triptofano, precursor da auxina.

Segundo HARTMANN et al. (2002), a antecipação do enraizamento em estacas com folhas favorece um provável enraizamento adventício e, consequentemente, a sobrevivência das estacas. Já em relação a aplicação de AIB, os dados relativos à percentagem de folhas persistentes para as doses de 0 e 50 mg L⁻¹ proporcionou máximos valores quando conferido as outras concentrações. Isso demonstra que as estacas tratadas com doses maiores foram as que mais perderam folhas (Figura 2A). (VALE et al., 2008) também verificaram que a porcentagem de persistências de folhas

apresentou decréscimo ao longo dos 60 dias de experimento em seu trabalho com goiabeira. De acordo com PACHECO & FRANCO (2008), devido às folhas serem locais de síntese de auxina e carboidratos, espera-se que a presença das folhas favoreça a sobrevivência e a formação de raízes. Além disso, é provável que o enraizamento e a sobrevivência das estacas com folhas estejam relacionados à síntese de compostos fenólicos pela parte aérea. Estudos indicam que certos compostos fenólicos, como é o caso do ácido cafeico, catecol e clorogênico, interagem com as auxinas, induzindo a iniciação das raízes.

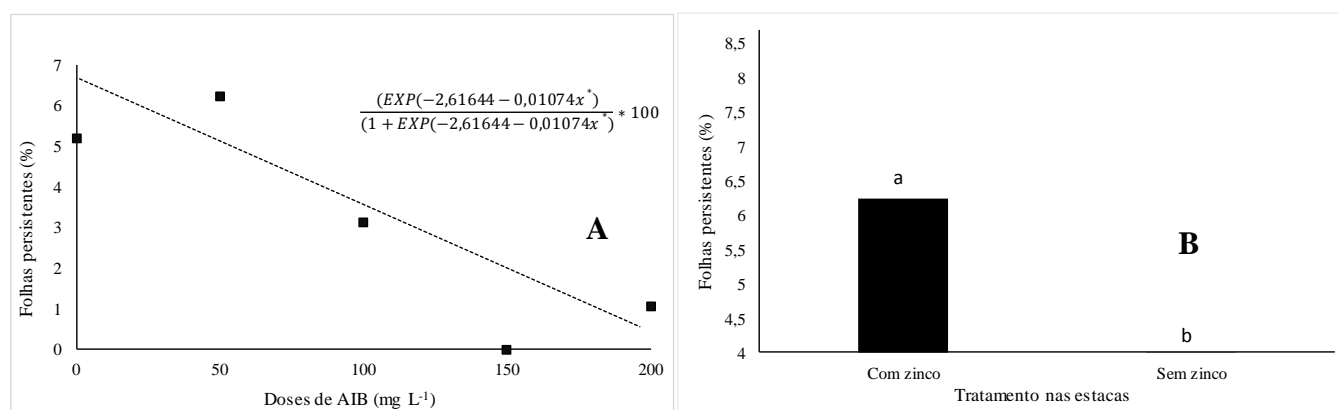


Figura 2. Percentagens de estacas com folhas persistentes sob diferentes concentrações de AIB (A), e submetidas a aplicação de zinco (B).

Na figura 3 para as porcentagens de estacas com brotações foi verificado que não houve interação significativa nem quanto a aplicação de zinco nas matrizes, apresentando baixos valores de 8,3 e 7,08% com zinco e sem zinco, respectivamente, tão pouco para a aplicação exógena de AIB na base das estacas. Esses resultados muito inferiores aos observados por (LIMA et al. 2002) trabalhando com estaquia em umbu-cajazeira (*Spondias* sp.), que obtiveram 30% de estacas brotadas. Um fator importante a se ressaltar para o insucesso das brotações das brotações é a época em que foi colhida, em que a coleta delas ocorreu poucas semanas após a frutificação da matriz de umbuguela, disponibilizando poucas reservas para as brotações. Segundo (DIAS et al. 2011), o aumento nos teores de açúcares da parte aérea com relação às raízes pode indicar que a parte aérea atuou como fonte de fotoassimilados e, dentre eles, açúcares solúveis, para promover as brotações. A sobrevivência das estacas não parece depender da fotossíntese realizada pelas folhas, mas sim das reservas que estas formaram antes do período de enraizamento (VIGNOLO et al., 2014).

Praticamente não houve enraizamento no experimento ao todo, logicamente a aplicação de zinco e de hormônio obteve resultados significantes. Só foi aferido quatro valores (um valor apenas no tratamento com 0 mg L⁻¹ de solução de AIB e três no tratamento com 50 mg L⁻¹) associado com a aplicação de zinco na matriz de onde foi proveniente as estacas. Assim não foi possível realizar a análise estatística sobre a variável relatada. . Dentre os fatores que afetam a formação das raízes, pode-se citar a condição fisiológica da planta matriz, tipo de estaca, balanço hormonal, potencial genético de enraizamento, oxidação de compostos fenólicos, entre outros (FACHINELLO et al., 2005). Embora a porcentagem de enraizamento seja considerada baixa, outros autores (SOUZA & ARAÚJO, 1999; COELHO, 2001;) que trabalharam com outras espécies do mesmo gênero citam a dificuldade de sucesso na utilização deste método de propagação. A maior formação de brotos obtida nas estacas pode ter contribuído para o menor enraizamento demonstrado no experimento, pois conforme TOFANELLI et al., 2003 cita, a brotação antes do enraizamento é prejudicial à formação de raízes nas estacas em razão do consumo de reservas.

Para as porcentagens de estacas não enraizadas com calo houve efeito significativo apenas para a aplicação de AIB, no entanto a dose de 0 mg L⁻¹ aferiu-se como a de maior valor quando comparado com as outras concentrações, como também foi observado que de acordo com o aumento da concentração houve um decréscimo muito acentuado (Figura 4).

Tabela 1.. Matéria seca das brotações (MS BROT), número de folhas e número de brotações de estacas de umbuguela tratadas com zinco e sem zinco.

Zinco	MS BROT (mg)	Número de brotações	Número de folhas
Com Zinco	0,028 ns	0,95 ns	1,4 ns
Sem Zinco	0,03 ns	0,75 ns	1,1 ns
Desvio Padrão	0,001414214	0,141421356	0,212132034

Médias seguidas de uma mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste F, a 5% de propabilidade. ns = não significativo.

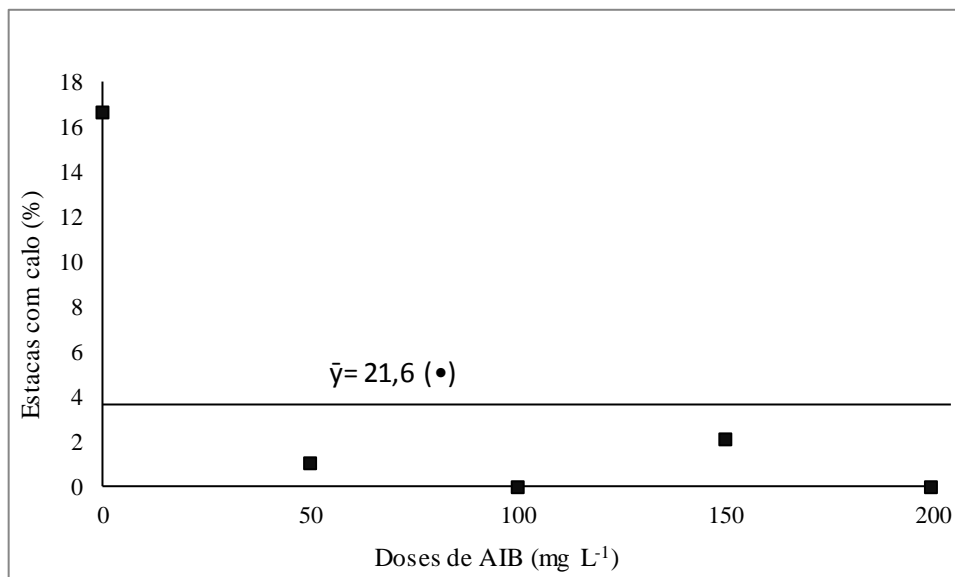


Figura 3. Porcentagens de estacas vivas com calo (%), sob diferentes concentrações de AIB.

A formação de calos nos 80 dias, característica notada não se estendeu para a formação de raízes, como na maioria dos casos, apresentando somente calos e não raízes. De acordo com (OLIVEIRA et al. 2009), isto pode ser explicado pelo fato de as folhas e raízes poderem competir por carboidrato e, neste sentido, o tecido caloso que se formou, provavelmente, foi um dos fatores da não ocorrência de rizogênese. De acordo com (HARTMAN & KESTER, 1978), a formação de calo na base de estacas é um fato independente da indução radicular. Em alguns casos, segundo (MARTINS, 1998), as raízes podem ser originadas desses tecidos embora seja raro, pois, na maioria das vezes, elas se originam de células do câmbio, de modo que o calo não é essencial ao enraizamento.

Para os valores de estacas vivas não enraizadas e sem calo observou-se efeito de interação entre os tratamentos com zinco e as concentrações de AIB. Com os valores com zinco em todas as concentrações de AIB mostrando-se superiores a os de sem zinco, em média 47,9 e 20%, respectivamente (Figura 5).

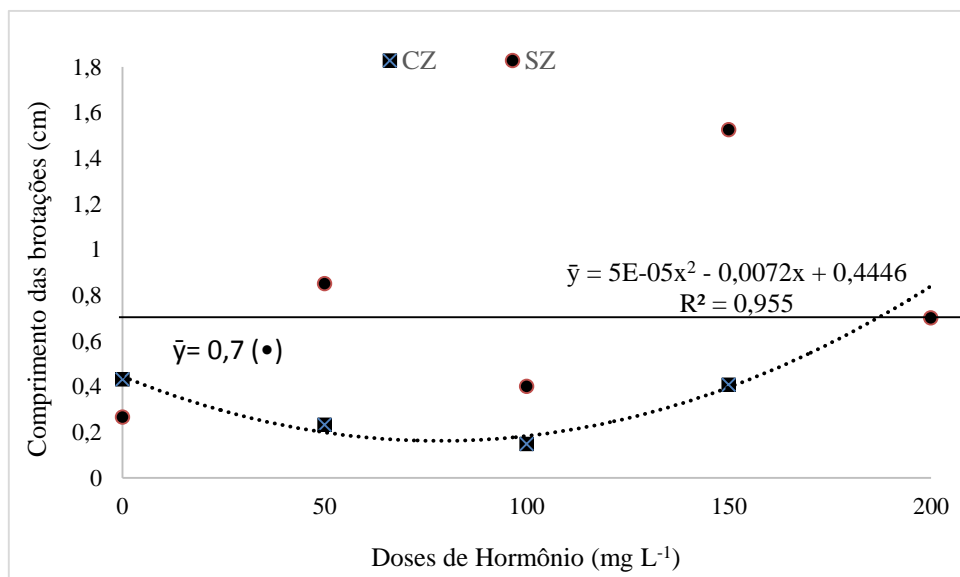


Figura 4. Porcentagens de estacas vivas sem calo (%), tratadas com zinco e sem zinco associados a diferentes concentrações de AIB.

Isso pode ser justificado pelo fato de o efeito do ambiente durante o tratamento de imersão lenta, ter favorecido a perda de água das estacas e posterior absorção excessiva das soluções de AIB pelas mesmas que, em vez de o regulador estimular, inibiram o enraizamento. Segundo HARTMANN et al. (2002), quando as estacas são colocadas em condições de enraizamento, comumente ocorre a formação de calos, os quais são massas irregulares de células parenquimáticas em diferentes estágios de lignificação, através dos quais as raízes emergem. Porém, a formação das raízes adventícias e dos calos é independente e sua ocorrência simultânea se explica pelo fato de ambos envolverem processo de divisão celular, o que pode depender de condições internas e ambientais similares. LATTUADA et al., (2011) também observou em estacas de pitangueira tratadas com água e diferentes doses de ácido indobutírico melhores doses para 0 mg L⁻¹, com percentuais de 50% sem calo.

Não foi verificada influência das concentrações de hormônios e do zinco sobre o número de folhas dos brotos plantados, apresentando valores médios de 1,4 e 1,1 para zinco e sem zinco (Figura 6), resultados esses semelhantes o que foram encontrados por (ALMEIDA et al., 2017) testando concentrações de AIB e substratos em estacas de cajaraneira, também não encontrando respostas para o número de folhas. Sabendo que diferentes teores hormonais são capazes de levar à mudança de indução foliar e diferenciação celular.

A presença de folhas em estacas semilenhosas tem-se mostrado fundamental para o sucesso da propagação por estaquia em algumas espécies perenes, sendo

importante determinar o número de folhas ideal (FOCHESATO et al., 2006). (REBOUÇAS et al., 2011) afirma que o número de folhas está diretamente ligado ao maior teor de reservas do propágulo, teores esses que supostamente se encontravam em baixa devido as plantas matrizes utilizadas no experimento vir de um estresse hídrico acentuado e mesmo com irrigação regular e algumas chuvas não se obteve êxito para tirá-la de tal condição, como também algumas semanas anteriores elas tinham saído da atividade reprodutiva (Frutificação), ou seja, ainda não estava em uma boa atividade vegetativa que pudesse proporcionar boas reservas para os brotos e consequentemente um bom índice de número de folhas.

Para os números de brotos também não houve interações significativas das doses de AIB e das aplicações de zinco, contudo verificaram-se melhores resultados para a aplicação de zinco quando comparado a não aplicação de zinco na planta matriz (Tabela 1).

A não interferência do AIB causando maus resultados no número de brotações pode ser devida com a aplicação exógena do hormônio houve a não promoção de compostos fenólicos que são causadas pela lixiviação da solução hormonal em imersão lenta. É corriqueiro ocorrer, no desenvolvimento por estaquia das espécies frutíferas, a emissão do broto antes da emissão do sistema radicular, o que não é desejável, pois torna as estacas susceptíveis ao ressecamento por perda de água e prejudica a formação de raízes adventícias (BASTOS et al., 2006). (TOSTA et al., (2012) verificou em estacas de cajarana decréscimo à medida que as concentrações de AIB aumentaram, tendo um valor máximo estimado de 2,9 brotos por estaca.

Conferiu-se efeito de interação sobre o comprimento de brotações, onde foi observado efeito sinérgico entre a adubação mineral com zinco e as concentrações de AIB, sendo valores médios para a variável de 0,7 cm. Contudo foi aferido que em todas as das doses de hormônio, exceto a dose de 0 mg L⁻¹ que a aplicação de zinco não surtiu efeito, apresentando valores mais baixos quando comparado com a não aplicação de zinco nas matrizes (Figura 8). (GOMES et al., 2005) também verificou efeito significativo na utilização de AIB, promovendo maior comprimento das brotações em estacas de umbu-cajazeira (*Spondias spp.*). (VERAS et al., 2017) em seu trabalho com umbu-cajazeira sob aplicação associado a diferentes doses de Ácido indolbutírico verificou valores maiores do que os supracitados no referente trabalho, em média de 3,3 cm para comprimento de brotações. Entretanto, a presença de novas estruturas na parte aérea das estacas pode afetar o enraizamento, já que funcionam como um forte dreno,

consumindo as reservas e compostos nitrogenados; portanto, antes das estacas enraizarem, o aparecimento de brotações pode ser um indicativo de que as estacas podem não enraizar, resultando na morte das estacas (LIMA, et al., 2006).

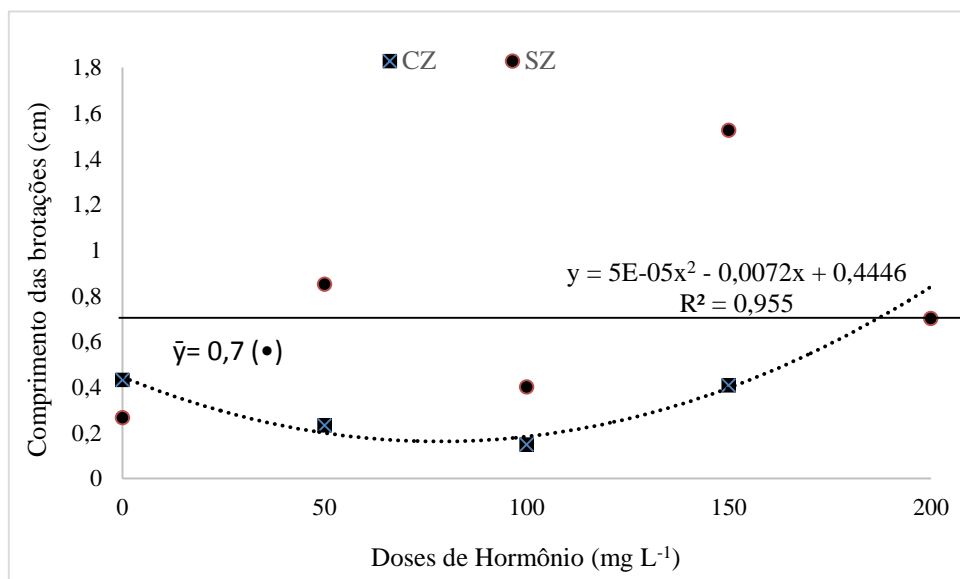


Figura 5. Comprimento das brotações (cm), tratadas com zinco e sem zinco associados a diferentes concentrações de AIB.

A massa seca das brotações não apresentou diferença, quando relacionada às doses de zinco e AIB, tendo valores de 28,67 e 30,26 mg para zinco e sem zinco (Figura 9). Contudo, o presente trabalho não apresenta valores interessantes de matéria seca. Paula et al., (2007) em estudos realizados com umbuzeiro (*Spondias tuberosa* L), também não verificou valores ideais entre as doses de AIB utilizadas.

4. CONCLUSÕES

A aplicação de zinco não apresentou influência significativa na propagação vegetativa por estaquia de umbugueleira.

Não houve efeito sinérgico entre zinco e AIB na maior parte do trabalho, indicando a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a aplicação de nutrição na planta matriz, associado à aplicação de reguladores vegetais, de forma a garantir o sucesso da estaquia de *Spondias*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J.P.N.; LEITE, G.A.; MENDONÇA, V.; CUNHA, P.S.C.F.; ARRAIS, I.G.; TOSTA, M.S. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciência Agrárias**, v 60, n.1, p.11-18, jan/mar.2017.

ARAÚJO, F. D.; SANTOS, C. A. F.; CAVALCANTI, N. B.; REZENDE, G. M. Influência do período de armazenamento das sementes de umbuzeiro na sua germinação e no desenvolvimento de plântula. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 1, n. 26, p. 36-39, 2002.

BARTOLINI, G.; TAPONI, M.A. & SANTINI, L. 1991. Propagation by cuttings of 2 *Vitis* rootstocks – diffusion of endogenous phenolic compounds into the dipping waters. **Journal of Experimental Botany** 52: 9-15.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya vermelha por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

COELHO, J. K. S. (2001). Enraizamento de estacas verdes enfolhadas de cajaraneira (*Spondias* sp.). Mossoró: ESAM. 39p. (Monografia de graduação).

DANTAS, A.L.; SILVA, S.M.; DANTAS, R.L.; SOUSA, A.S.B.; SCHUNEMANN, A.P.P. Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos de Umbugueira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.38, n.1. 003-042, Fevereiro, 2016.

DIAS, J.P.T. et al. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radiciais de *Rubus* Spp. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. esp., p.666-671. 2011.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FOCHESATO, M.L.; MARTINS, F.T.; SOUZA, P.V.D.; SCHWARZ, S.F.; BARROS, I.B.I. Propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbitírico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.3, p.72-77, 2006.

GOMES, W. A.; ESTRELA, M. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. M.; SOUZA, A. P.; ALVES, R. E. Enraizamento de estacas de umbu-cajazeira (*Spondias* spp.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Boca Chica, v. 47, n. 1, p. 231- 233, 2005.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. *Propagacion de planta*: principio y praticas. 6. Ed. México: Continental, 1978. 810 p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T. & GENEVE, R.L. 2002. Plant propagation: principles and pratices. 7th ed. New Jersey, Prentice Hall.

KOYAMA, R.; DE ASSIS, A.M.; CARDOSO, C.; MORITZ. A.; ORTIZ, T. A.; ROBERTO, S.R. Enraizamento de estacas de lichieira tratadas com ácido indolbutírico e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 9, n. 3, 2014, pp. 384-388.

LATTUADA, D.S.; SPIER, M.; SOUZA, P.V.D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência Rural**, v.41, n.12, dez, 2011.

LIMA, A.K.C.; REZENDE, L.P.; CÂMARA, F.A.A.; NUNES, G.H.S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró –RN. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, 15 (1/2): 33-38, dez. 2002.

ONO, E.O. & RODRIGUES, J.D. 1996. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal, FUNEP.

PACHECO, J.P.; FRANCO, E.T.H. Ácido indolbutírico em diferentes diâmetros na estaquia de *Luehea divaricata*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p.1624-1629, 2008.

PAULA, L. A.; BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S.; CELOTO, M. I. B. Efeito do ácido indolbutírico e raizon no enraizamento de estacas herbáceas e lenhosas de umbuzeiro herbáceas e lenhosas de umbuzeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 29, n. 3, p. 411-414, 2007.

PEREIRA, F.B.; PERES F.S.B. Nutrição e enraizamento adventício de plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, ed. Colombo, v.35, n.87, p.319-326, jul/set. 2016.

RUFINO, D.C. Propagação por estaquia em Umbugueira. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p. 64.

SOUZA, F.X.; ARAÚJO, C.A.T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas *spondias* agroindustriais. 4p. il. 21 cm. **Embrapa Agroindústria tropical**, 1999.

SOUZA, F.X.; ARAÚJO, C.A.T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas *spondias* agroindustriais. 4p. il. 21 cm. Embrapa Agroindústria tropical, 1999.

TOFANELLI, M.B.D.; RODRIGUES, J.D.; ONO, ELIZABETH. O.; Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Ciências agrotécnica.**, V.27, n.5, p.1031-1037, set./out., 2003.

TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. D. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 2727–2740, 2012.

VERAS, M.L.M. **Aplicação de Zinco e Ethephon das plantas matrizes e enraizamento de Spondias**. Dissertação (Mestrando em Agronomia). Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.169, 2017.

VIGNOLO, G.K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M.A.; PEREIRA, I.S.; ANTUNES, L.E.C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. *Ciência Rural*, v.44, n.3, mar, 2014

CAPÍTULO IV

ESTACAS ESTIOLADAS ASSOCIADAS A DOSES DE AIB NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBUGUELEIRA (*Spondias sp.*)

Resumo: Na umbugueleira (*Spondias spp.*) uma das formas de propagação vegetativa da espécie é pela estaquia, que vem sendo mais comumente utilizada nas *Spondias*, devido este gênero possuir limitações, tais como a dificuldade de enraizamento e por ser uma técnica de maior viabilidade econômica. Devido a isso o uso de técnicas como estiolamento associado ao uso de reguladores vegetais serve com uma alternativa para viabilizar a estaquia. O objetivo do trabalho foi avaliar o enraizamento de estacas herbáceas e estioladas parcialmente de umbugueleira, em relação às concentrações de AIB. O experimento foi conduzido no viveiro de Fruticultura pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais (DFCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), situado no município de Areia – PB. . O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto e as demais concentrações as estacas imersas em solução de AIB por imersão lenta (2 cm da parte basal, por 5 segundos) com três repetições de oito estacas por unidade experimental. As variáveis utilizadas foram às percentagens de estacas vivas, enraizadas, brotadas e enraizadas, brotadas, estacas não enraizada com calo e comprimeto das brotações. Não foi verificado nenhum efeito significativo pra nenhuma das variáveis analisadas no trabalho, como também a qualidade do material utilizado para fazer as estacas foi crucial e interferiram diretamente nos resultados do trabalho.

Palavras chaves: *Ácido indolbutírico, estaquia, estiolamento.*

CHAPTER IV

ESTIOLATED CUTTING ASSOCIATED WITH AIB DOSES IN THE VEGETATIVE PROPAGATION OF UMBUGUELEIRA (*Spondias* sp.)

Abstract: One of the forms of vegetative propagation of the species is one of the forms of vegetative propagation of the species, which is more commonly used in the *Spondias*, due to this genus have limitations, such as the difficulty of rooting and because it is a technique of greater viability economic development. Due to this the use of techniques such as dewatering associated with the use of plant regulators serves with an alternative to enable cutting. The objective of this work was to evaluate the rooting of herbaceous and partially stamped cuttings of a Brazilian pine tree, in relation to IBA concentrations. The experiment was carried out in the nursery of Fruticultura belonging to the Department of Plant Science and Environmental Sciences (DFCA) of the Federal University of Paraíba (UFPB), located in the city of Areia - PB. . The experimental design was completely randomized, in a factorial arrangement (5x3), with the following factors: AIB concentrations (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), zero being no-tillage and the other concentrations the cuttings immersed in IBA solution by slow immersion (2 cm from the basal part, for 5 seconds) with three replicates of eight stakes per experimental unit. The variables used were the percentages of live cuttings, rooted, sprouted and rooted, sprouted, cuttings not rooted with callus and length of sprouts. No significant effect was observed for any of the variables analyzed at work, as well as the quality of the material used to make the cuttings was crucial and interfered directly in the results of the work.

Key words: Indolbutyric acid, cuttings, stamping.

1. INTRODUÇÃO

A umbugueira (*Spondias sp.*) é uma *Spondia* pertencente a família Anacardiaceae, com origem provável de uma hibridação natural do umbu (*S. tuberosa* Arr. Câmara) com a ciriguela (*S. purpurea* L.) (SILVA, 1996). É uma planta nativa de regiões semiáridas e a sua ocorrência está restrita ao nordeste do Brasil, mais especificamente aos estados da Paraíba e do Ceará, nas cidades de Santa Isabel e Tururu, respectivamente (SANTOS, 1996; SILVA JR. et al., 2004).

A estaquia não é adequada para todas as espécies, existem algumas, que não emitem raízes, apenas o fazem com aplicação de substâncias promotoras de enraizamento, associados com técnicas que visam melhorar a condição fisiológica da planta, como são os fitohormônios e o estiolamento, respectivamente. (LIMA et al, 2002). Segundo (ARAÚJO, 2002) no gênero *Spondias* há espécies com ótima capacidade de enraizamento de estacas com a ciriguela (*S. purpurea* L.) e a cajarana (*S. cytherea*) e outras de difícil enraizamento como o umbu (*S. tuberosa* Arr. Câmara). A dificuldade que algumas espécies ou cultivares apresentam na regeneração de raízes, por vezes inviabiliza processos relativamente simples de propagação vegetativa, como a estaquia. Diversas formas de aumentar a eficiência de enraizamento das estacas podem ser utilizadas e dentre elas, o pré tratamento das plantas matrizes com ausência de luz, tem proporcionado excelentes resultados em muitas espécies frutíferas e ornamentais de difícil enraizamento (BIASI, 1996).

O estiolamento (crescimento na ausência de luz) dos ramos aumenta a concentração interna de auxinas no ramo, diminui a lignificação dos tecidos, aumenta o acúmulo de amido na região estiolada e diminui o conteúdo de co-fatores negativos do enraizamento, especialmente AIA-oxidase (SILVEIRA et al., 2004).

A utilização de reguladores de crescimento associado a técnicas para melhoria da condição nutricional e hormonal da planta é uma prática já difundida e em muitas espécies, viabilizando a produção de mudas por meio da estaquia (CARNEIRO, 2014). O grupo de reguladores de crescimento usado com maior frequência é o das auxinas, que são essências no processo de enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno, favorecendo a emissão de raízes (NORBERTO et al., 2001). Segundo (HARTMANN et al. 2002), o estiolamento vem a ser o desenvolvimento de brotos, ramos ou parte dos ramos em ausência de luz. (BASTOS & SCARPARE FILHO, 2003), em estudos prévios utilizando as técnicas de estiolamento e ferimento na base, em estacas de caramboleira, observaram melhores resultados de enraizamento em estacas herbáceas que não foram estioladas nem feridas na base (tratamento controle). Maior porcentagem de enraizamento

em estacas de guaranazeiros foram obtidos devido ao estiolamento de ramos com fita preta plástica e adesiva, ainda na planta na base da futura estaca (RODRIGUES e LUCHESI, 1987). No entanto, para estacas de laranja Pêra, melhores resultados de enraizamento foram obtidos com o estiolamento prévio dos ramos aliado com a aplicação de AIB (SAMPAIO, 1989).

Estudos como este se tornam necessários para a obtenção de informações sobre a metodologia que melhor se adéqua para propagação desta espécie. Este trabalho teve como objetivo avaliar o enraizamento de estacas herbáceas e estioladas parcialmente de umbugueira, em relação às concentrações de AIB.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas duas plantas matrizes de acordo com seu vigor, ou seja, que apresentem aspecto (sadio, ausência de pragas, doenças) e que se destaquem dos outros da mesma espécie. Essas matrizes de umbugueira localizam-se no município de Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Universidade Federal da Paraíba e foram obtidas de propagação vegetativa, com idade de 15 a 20 anos. Depois se iniciou o tratamento dessas matrizes em que foram feitas podas de limpeza nas duas plantas. Após a poda de limpeza, foi feito um tratamento químico (normalmente cúprico) das partes cortadas para reduzir a aparecimento de doenças.

Depois de proceder às podas, foram feitas nas duas plantas a adubação mineral com NPK dois meses antes de coletar as estacas, em que os fertilizantes foram aplicados em cobertura, em faixas circulares obedecendo à projeção da copa da planta. As doses foram 150g de sulfato de amônia, 120 g de superfosfato simples e 240 g de cloreto de potássio, no período pós-frutificação associado a irrigação regular durante dois meses, de modo a manter ou melhorar o vigor da planta.

No estiolamento parcial, utilizou-se fita de polietileno de cor preta, que foi enrolada na base das brotações, cobrindo-se aproximadamente 5 cm da região de uma gema e da área próxima a ela.

2.2 INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em janeiro de 2018 em que as estacas foram coletadas de manhã, antes do florescimento (repouso vegetativo). Apresentando-se ramos herbáceos com 3 a 4 mm de diâmetro, também retirados da porção mediana da planta e acondicionados em papel umedecido para serem transportados para o viveiro de fruticultura onde foi realizado o corte das estacas. Esses cortes são de aproximadamente 15

cm de comprimento, deixando um par de folhas, duas gemas laterais e uma gema na base, sendo a parte superior das estacas cortada de forma reta e a basal de cortada em bisel, não danificando nenhuma gema. Os tratamentos são constituídos de uma planta tratada com boro e outra sem boro e concentrações de AIB p/250 mL (0,1000,1500, 2000, 2500 mg.L⁻¹), diluído em período de 5 segundos. Após este período as estacas foram plantadas em tubetes com diâmetro interno de 26 mm e diâmetro externo de 33 mm e volume de 55 cm³, preenchidos com substrato formado de casca de arroz e composto orgânico 1:1 e sendo colocados sob sombrite a 50% de luz em estufa. Estas ficarão sob nebulização, com abertura de 30 segundos e intervalos de 5:30 minutos.

Ao final de 90 dias após a estaquia foram avaliadas as porcentagens de:

- Estacas vivas - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);
- Folhas persistentes - Obtidas por meio de contagem e transformadas para porcentagem (%);
- Estacas só brotadas, sem raiz - por meio de contagem e transformado para porcentagem (%)
- Estacas brotadas e enraizadas - Obtido aos 90 dias a partir da instalação do experimento. Para a avaliação será retirado o tubete cuidadosamente, e com sucessivas lavagens obtém-se o sistema radicular intacto na parte inferior e na parte aérea as brotações, contando-se as estacas que apresentarem raízes + brotações. Considera-se uma muda completa aquela estaca enraizada e brotada;
- Estacas só enraizada – Por meio de contagem e transformado em porcentagem;
- Estacas com calo - Obtida também aos 90 dias após instalação do experimento, onde será retirada cada estaca dos sacos para a contagem das estacas que apresentarem ou não calo;

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (5x3) sendo os fatores: Concentrações de AIB (0, 1000, 1500, 2000, 2500 mg L⁻¹), sendo o zero referente ao plantio direto (sem imersão em solução de AIB), com três repetições de dez estacas por unidade experimental.

Os dados foram analisados pela análise de variância, utilizando o programa R (2011). Para comparar as médias dos tratamentos qualitativos, utilizou-se o teste F, a 5% de probabilidade e para os tratamentos quantitativos a regressão, sendo os modelos escolhidos

com base na significância do coeficiente de regressão ($R^2 \geq 0,70$). Os dados de percentagem foram submetidos a modelo beta nominal.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito significativo para a interação ou isolados entre os fatores estudados em nenhuma das variáveis analisadas no trabalho. Devido a alta variância observada no trabalho.

Para as porcentagens de estacas vivas, no entanto a dose de 2000 mg L⁻¹ encontrou-se como a dose que apresentou maiores valores quando comparado com as outras, apresentando 54,16% de estacas vivas (Tabela 1). (HERRERA, 2001) afirma que as auxinas são substâncias promotoras do crescimento, produzidas nas gemas apicais e folhas jovens e transportadas até as raízes, garantindo a sobrevivência dos propágulos. (VERAS, 2017), verificou em seu trabalho com estacas de Umbu-Cajá valores superiores de 79% de estacas vivas, ou seja, mortalidade muito menor do que a observada no referente trabalho. Em virtude de o material vegetativo ter sido coletado de plantas matrizes que já tinham sido coletados muitos ramos para experimentos anteriores com estaquia, não foi utilizados ramos com a melhor qualidade para a produção de mudas, devido também a falta de plantas matrizes na região, a solução foi retirar ramos das referidas matrizes. Nem mesmo o estiolamento empregado para melhorar a condição foi capaz de atingir o objetivo.

Um dos fatores mais cruciais na propagação via estaquia é o estado da planta matriz, já que, vários elementos devem ser levados em importância, tais como: a idade da planta matriz, a fenologia, as condições fisiológicas e nutricionais, período de coleta das estacas, posição do ramo, presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas (HARTMANN et al., 2011).

No percentual de folhas persistentes também foi verificado na dose de 2000 mg L⁻¹ maiores valores, ajudando na sobrevivência das estacas com 16,66% (Tabela 1). (LIONAKIS, 1981) afirma a presença das folhas garante a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos através da fotossíntese, como pelo fornecimento de auxinas e outras substâncias que são importantes no processo de formação das raízes, estimulando a atividade cambial e a diferenciação celular. A presença de folhas nas estacas exerce influência estimuladora na formação de raízes, sendo tal fato atribuído à presença de carboidratos, resultantes da atividade fotossintética, os quais atuam como fonte de reservas, para iniciação das raízes. Além disso, sabe-se que as folhas e gemas são órgãos formadores de auxinas (LEONEL, 1992).

Para a variável brotadas e enraizadas observou-se para todas as doses de AIB exceto a concentração de 1500 mg L⁻¹, todas as médias em 0% (Tabela 1). Isso implica dizer que no experimento todo só obteve aproximadamente 4% de produção de mudas, percentual muito baixo para se obter êxito na propagação da espécie utilizada. Compreende-se que para completar o ciclo de uma muda de qualquer planta é necessária que nela contenha brotações e aparecimento de raízes, assim a antiga estaca agora se desenvolveu por completo e pode ser transplantada para um vaso. Os pontos de crescimentos radiculares são fonte de reguladores de crescimento, em especial as citocininas, que são translocadas aos pontos de crescimento na parte aérea, agindo na multiplicação celular, o que pode explicar a relação entre brotações e o desenvolvimento do sistema radicular das estacas (FISCHER et al., 2008).

As porcentagens de estacas somente com brotações também foram muito baixas, apresentando valores de 4,16% para as concentrações 0 e 1500 mg L⁻¹ e 12,4% para 1000 mg L⁻¹. (SILVEIRA et al., 2004) verificou em seu trabalho com abacate que o estiolamento proporcionou o incremento de brotações para cv. Ouro Verde. (ECONOMOU & READ) verificou nas brotações de azalea que o emprego do estiolamento promoveu em seu trabalho maior porcentagem de enraizamento, do que de brotações.

Tabela 1. Porcentagens de estacas vivas (VIVAS), estacas com folhas persistentes (FPERS), estacas brotadas e enraizadas (B&E), estacas com brotações (BROT), estacas enraizadas (ENRAIZ) e estacas não enraizadas com calo (CCALO).

Doses de AIB	VIVAS (%)	FPERS (%)	B&E (%)	BROT (%)	ENRAIZ (%)	C/CALO (%)
0	45,83 ns	-	-	4,16 ns	4,16 ns	16,66 ns
1000	45,83 ns	4,16 ns	-	12,5 ns	-	33,33 ns
1500	37,5 ns	-	4,16 ns	4,16 ns	-	16,66 ns
2000	54,16 ns	16,66 ns	-	-	20,83 ns	4,16 ns
2500	37,5 ns	4,16 ns	-	-	12,5 ns	8,33 ns
Média	44,164	8,326666667	4,16	6,94	12,496666667	15,828
DPA (%)	6,96	7,21	-	4,81	8,33	11,18

Médias seguidas de uma mesma letra, numa mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste F, a 5% de probabilidade. ns = não significativo. Desvio padrão alto (%)

Para os valores de estacas enraizadas (%) foi verificado apenas porcentagens para as doses de 0, 2000 e 2500 mg L⁻¹, de 4,16; 20,83; e 12,5%, respectivamente (Tabela 1). Resultados muito baixos quando comparado a outros trabalhos com estiolamento

associados ao Ácido Indolbutírico. (BARRIENTOS-PRIEGO et al., 1986; MOHAMMED & SORHAINDO, 1984) com abacateiro, jaqueira (DHUA et al., 1983; MUKHERJEE & CHATTERJEE, 1978) e macieira (DELARGY & WRIGHT, 1978) verificaram eficiência quando combinado estiolamento e aplicação de auxinas. (SOUZA & LIMA, 2005) verificaram em cajazeira utilizando ramos apicais e aplicando doses de AIB, porcentagens semelhantes com as do presente trabalho, obtendo entre 8,3 a 23,3% de estacas enraizadas, indicando a complexidade de enraizar das *Spondias*. (VERAS, 2017) afirma que a propagação de *Spondias* é de difícil enraizamento, e aconselha-se cautela na utilização em escala deste processo de multiplicação.

A percentagem de estacas vivas com calo aferiu-se com valores de percentagem em todos os tratamentos com ácido indolbutírico, sendo as máximas porcentagens para a dose de 0 e 1500 mg L⁻¹, ambas estando com 16,67% (Tabela 1). De acordo com (DUTRA et al., 2012) essa baixa percentagem pode ser explicado pelo fato de as folhas e raízes poderem competir por carboidrato e além disso pela possível falta de reservas na planta matriz. Hartmann et al. (1997) relatam que em lenho perene, onde já estão presentes xilema e floema secundários, as raízes adventícias têm origem, geralmente, do tecido jovem do floema secundário, mas também podem originar-se dos raios vasculares, câmbio ou dos calos produzidos na base das estacas.

4. CONCLUSÕES

O estiolamento de base, no período estudado, não favoreceu ao enraizamento das estacas;

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRIENTOS-PRIEGO, A.; BORYS, M.W.; BARRIENTOS-PEREZ, F. Rooting of avocado cuttings (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte e Collin V-33. **California Avocado Society Yearbook**. Saticoy, v. 70, p.157-163, 1986.

BASTOS, D.C.; SCARPARE FILHO, J.A.; LIBARDI, M.N; PIO, R. Estiolamento, incisão na base da estaca e uso do ácido indolbutírico na propagação de caramboleira por estacas lenhosas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, 313-318, 2009.

BIASI, L.A. Emprego do Estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p.309-314, 1996.

DELARGY, J.A.; WRIGHT, C.E. Root formation in cuttings of apple in relation to auxin application and to etiolation. **New Phytologist**, Cambridge, v. 82, p. 341-347, 1979.

DHUA, R.S.; SEN, S.K.; BOSE, T.K. Propagation of jack fruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) by stem cuttings. **The Punjab Horticultural Journal**, Patiala, v. 23, n. ½, p. 84-91, 1983.

ECONOMOU, A.S.; READ, P.E. Lights treatments to improve efficiency of in vitro propagation systems. **HortScience**. Alexandria, v. 22, n. 5, p. 751-754, 1987.

FISCHER, D.L.O.; FACHINELLO, J.C.; ANTUNES, L.E.C.; TOMAZ, Z.F.P.; GIACOBBO, C.L. Efeito do ácido indolbutírico e da cultivar no enraizamento de estacas lenhosas de mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.30, n. 2, p. 285-289, Junho, 2008.

HARTMANN, H. T. et al. Plant propagation: principles and practices. 8th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2011. 915 p.

HARTMANN, H.T., KESTER, D.E., DAVIES JR., F.T., GENEVE, R.L. *Plant propagation; principles and practices*. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR, F.T. & GENEVE, R.L. 2002. Plant propagation: principles and practices. 7th ed. New Jersey, Prentice Hall.

HERRERA, T.I.R. **Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.)**. Dissertação (Mestranda em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, p. 24, 2001.

LEONEL, S. **Efeitos de reguladores vegetais e ácido bórico, na promoção do sistema radicular, em estacas de *Litchi chinensis* Sonn.** Botucatu, 1992. 138p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

LIMA, A.K.C.; REZENDE, L.P.; CÂMARA, F.A.A.; NUNES, G.H.S. Propagação de cajarana (*Spondias* sp.) por meio de estacas verdes enfolhadas, nas condições climáticas de Mossoró –RN. **Revista Caatinga**, Mossoró-RN, 15 (1/2): 33-38, dez. 2002.

LIONAKIS, S.M. Physiological studies on growth and dormancy of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch). London, 1981, 381p. Thesis (PhD) – University of London.

MOHAMMED, S.; SORHAINDO, C.A. Production and rooting of etiolation cuttings of West Indian and hybrid avocado. **Tropical Agriculture**, Guildford, v. 61, n. 3, p. 200-204, 1984.

MUKHERJEE, S.K.; CHATTERJEE, B.K. Effects of etiolation and growth regulators on air-layering of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v.35, n.1, p. 1-4, 1978.

NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; PEREIRA, G. E.; MOTA, J. H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, n. 3, p. 533–541, 2001.

RODRIGUES, J.E.; LUCHESI, A.A. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indolbutírico. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 44, n. 1, p. 1-20, 1987.

RUFINO, D.C. Propagação por estaquia em Umbugueira. Trabalho de conclusão do curso (Bacharelado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p. 64.

SAMPAIO, V.R. Enraizamento de estacas de laranja Pêra (*Citrus sinensis* Osbeck L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. V. 1, p. 22-23.

SILVEIRA, S.V.; SOUZA, P.V.D.; KOLLER, O.C. Propagação vegetativa de abacateiro por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v.26, n. 1, p. 191-192, Abril, 2004.

VERAS, M.L.M. **Aplicação de Zinco e Ethephon das plantas matrizes e enraizamento de Spondias**. Dissertação (Mestrando em Agronomia). Campus de Areia, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p.169, 2017.